

# BEST MANAGEMENT PRACTICES

## Nutrient Management Planning



### **WARNING**

Some of the information in this publication does not comply with the requirements established by the General Regulation under Ontario's *Nutrient Management Act* (NMA), 2002 (O. Reg. 267/03). The Ontario Ministry of Agriculture and Food has printed a Table of Variance that identifies the outdated information and the changes by reference to the applicable sections of the General Regulation. This publication contains helpful information about nutrient management practices but it must be read in conjunction with the NMA, the Regulation and the protocols referred to in the Regulation.

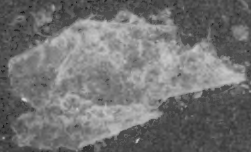
0121010AF109



Agriculture and  
Agri-Food Canada

 **Ontario**

Ministry of Agriculture,  
Food and Rural Affairs



### **What is a Best Management Practice (BMP)?**

- a practical, affordable approach to conserving soil, water and other natural resources in rural areas
- can also be an applied technology to enhance farm production without sacrificing soil and water resources

### **Who decides what qualifies as a BMP?**

- a team of farmers, researchers, natural resource managers, extension staff and agribusiness professionals

### **What is the BMP Series?**

- innovative, award-winning, full-colour books from 36 to 150 pages – some titles may have related videos, CD-ROMs and/or slide sets
- each book presents a range of circumstances and options to address a particular environmental concern – use the information to assess what's appropriate for your property
- the titles are:

*Farm Forestry and Habitat Management*

*Field Crop Production*

*Fish and Wildlife Habitat Management*

*Horticultural Crops*

*Integrated Pest Management*

*Irrigation Management*

*Livestock and Poultry Waste Management*

*No-Till: Making It Work*

*Nutrient Management*

*Nutrient Management Planning*

*Pesticide Storage, Handling and Application*

*Soil Management*

*Water Management*

*Water Wells*

### **How do I obtain a BMP book?**

- single copies of each title are available at your local Ontario Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs office – some titles may also be available at select Conservation Authorities and district offices of Ontario Ministry of Natural Resources
- for bulk orders and complete sets of BMP books and related materials, contact:  
Ontario Federation of Agriculture, Attn: Manager, BMP, 40 Eglinton Ave. E., 5th flr., Toronto, Ontario, M4P 3B1. Phone: (416) 485-3333; fax: (416) 485-9027



# Table of Contents

|                                                            |                                                              |
|------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| <b>1 INTRODUCTION</b>                                      | <b>17 Know what you need</b>                                 |
| <b>1 Smart nutrient planning makes sense on all fronts</b> | 18 ► Interpreting soil test results                          |
| <b>3 How this handbook can help you produce a plan</b>     | 18 ► Interpreting manure test results                        |
| <b>4 PRINCIPLES</b>                                        | 20 ► Determining the maximum rate of manure to spread        |
| <b>4 Nutrients and the environment</b>                     | 21 ► Determining separation distances for manure application |
| <b>5 Sources of nutrients</b>                              | 24 ► Supplemental nutrients                                  |
| <b>6 ► Commercial fertilizers</b>                          | <b>25 Know how much you're applying – calibrate!</b>         |
| <b>7 ► Manure</b>                                          | 25 ► Calibrating manure spreaders                            |
| <b>8 ► Biosolids</b>                                       | 28 ► Calibrating nutrient applicators (spreaders)            |
| <b>8 Manure storage and handling</b>                       | <b>29 Application</b>                                        |
| <b>10 Soil quality</b>                                     | 29 ► Manure storage, handling, and application               |
| <b>11 BEST MANAGEMENT PRACTICES</b>                        | <b>32 Monitoring</b>                                         |
| <b>11 Site features and the fate of applied nutrients</b>  | 33 ► Environmental considerations                            |
| <b>11 ► Soil health</b>                                    | 34 ► Biosolids                                               |
| <b>13 Know what you have</b>                               | 34 ► Commercial fertilizers                                  |
| <b>13 ► Test your soils</b>                                | <b>35 Emergencies</b>                                        |
| <b>15 ► Test your manure</b>                               | 35 ► When a spill occurs                                     |
|                                                            | <b>36 Keep records</b>                                       |

## *A word about measurement...*

In this book, most metric units are presented with approximate imperial equivalents immediately following in parentheses. Occasionally, where common usage or common sense dictates, only one of metric and imperial appears.



# INTRODUCTION

## SMART NUTRIENT PLANNING MAKES SENSE ON ALL FRONTS

There are at least three good reasons for developing a nutrient management plan. A good plan can help you:

- achieve optimal crop yields and product quality
- manage input costs
- protect soil and water resources.

### Achieving optimal yields and product quality

Sound nutrient use is a key factor in achieving growth, yields, and expected product quality. Crops grow properly only if they obtain nutrients in the correct amounts, at the appropriate times. For example, growth and yield for most crops are limited if there is a nitrogen deficiency, and a calcium deficiency can cause product quality problems, such as blossom end rot in tomatoes, or bitter pit in apples and pears.

Soils can supply some of the nutrients needed by crops, but often require nutrient additions from commercial fertilizers, manures, and other organic sources.

### Managing input costs

Nutrients, whether in fertilizer or other materials, are both an essential input and a major cost for crop production. In Ontario, commercial fertilizer and lime applied to cropland cost farmers almost \$360-million annually. The manure from livestock and poultry in this province is also a valuable resource that is used to supply the nutrients required to produce our crops.

The table on the following page shows the nutrient and dollar value of manure.

### Protecting soil and water resources

Farm nutrients can become a societal concern when they are improperly stored, handled, and/or applied.

Farmers may unknowingly apply nutrients in excess of recommended rates. For example, some producers may apply commercial fertilizers without proper regard to the nutrient value of manure. This can harm crop production, incur additional costs, and jeopardize soil and water quality. Similarly, the application of too few nutrients can sacrifice yield, quality, and profits.



**Successful crop production depends on proper nutrient management.**

**Ontario agriculture is a \$6.8-billion-a-year industry, of which livestock accounts for approximately \$3.7-billion.**

## INTRODUCTION

### NUTRIENT VALUE OF DIFFERENT TYPES OF MANURE\*

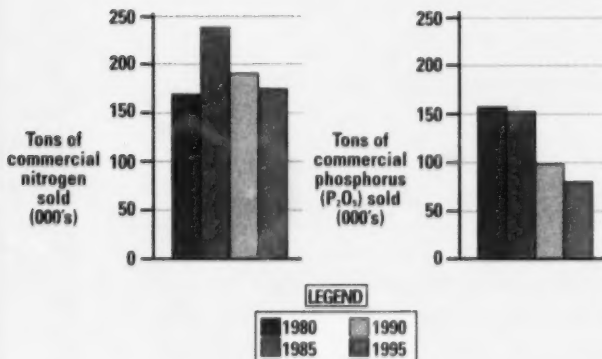
| MANURE         | NITROGEN         | PHOSPHATE        | POTASH           | TOTAL VALUE       |
|----------------|------------------|------------------|------------------|-------------------|
| LIQUID DAIRY   | 14 lb./1000 gal. | 7 lb./1000 gal.  | 30 lb./1000 gal. | \$11.66/1000 gal. |
| LIQUID SWINE   | 24 lb./1000 gal. | 11 lb./1000 gal. | 20 lb./1000 gal. | \$14.64/1000 gal. |
| LIQUID POULTRY | 51 lb./1000 gal. | 25 lb./1000 gal. | 34 lb./1000 gal. | \$30.27/1000 gal. |
| SOLID DAIRY    | 3 lb./ton        | 3 lb./ton        | 11 lb./ton       | \$3.71/ton        |
| SOLID POULTRY  | 18 lb./ton       | 18 lb./ton       | 25 lb./ton       | \$15.70/ton       |

\*Values in this chart are based on the following assumptions:

- incorporated within 24 hours, spring application
- all nutrients are required by this year's or subsequent crops
- nitrogen is \$0.33/lb., phosphate is \$0.32/lb.; potash is \$0.16/lb.
- 40% of phosphorous is available.

The value of manure-based organic matter and nutrients only available in the long term (>1 year) is not included in this table.

### COMMERCIAL FERTILIZERS SOLD IN ONTARIO



Ontario producers are reducing their use of commercial fertilizers. In 1995, total commercial fertilizer sales were less than 70% of the amount sold in 1980. Phosphorus fertilizers use has dropped by over 50% in the same period.

# INTRODUCTION

## HOW THIS HANDBOOK CAN HELP YOU PRODUCE A PLAN

Nutrient management planning involves the careful attention to meeting crop nutrient needs, using cost-effective and environmentally responsible management practices.

To produce a plan, you need to:

- understand the principles of nutrient management
- know your soil and landscape features
- know your soil fertility reserves
- know what you should be applying
- calibrate application equipment to know how much you're applying
- implement best management practices for application of nutrients
- adopt best management practices for soil management and soil and water conservation
- implement best management practices for monitoring and emergencies.

This handbook will help you put together the pieces to develop an effective plan.

For more detailed information on how to develop an effective nutrient management plan, refer to the following documents:

- the Ontario Farm Environmental Coalition's *Nutrient Management Planning Strategy*
- Best Management Practices publications: *Livestock and Poultry Waste Management*, *Nutrient Management*, *Soil Management*, *Field Crop Production*, *Horticultural Crops* and *Water Management*
- OMAFRA 98-027, *Nutrient Management Workbook*
- OMAFRA Publication 611, *Soil Fertility Handbook*.

The Ontario Farm Environmental Coalition and its partners promote the:

- **benefits to farmers who adopt nutrient management planning**
- **strategic utilization of on-farm nutrients**
- **adoption of soil, water, and nutrient stewardship practices, and**
- **acceptance of nutrient management planning by all members of rural municipalities.**



ONTARIO FARM  
ENVIRONMENTAL COALITION



## NUTRIENT VALUE OF DIFFERENT TYPES OF MANURE\*

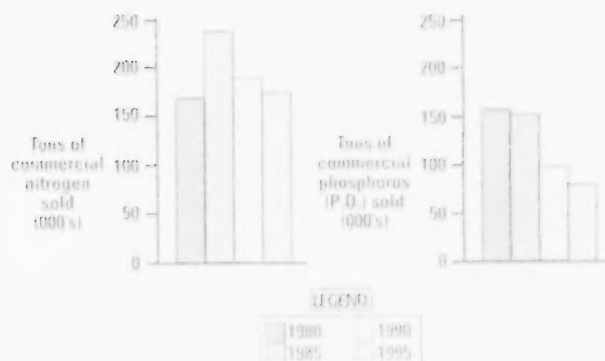
| MANURE         | NITROGEN         | PHOSPHATE        | POTASH           | TOTAL VALUE       |
|----------------|------------------|------------------|------------------|-------------------|
| LIQUID DAIRY   | 14 lb./1000 gal. | 7 lb./1000 gal.  | 30 lb./1000 gal. | \$13.66/1000 gal. |
| LIQUID SWINE   | 24 lb./1000 gal. | 11 lb./1000 gal. | 20 lb./1000 gal. | \$14.63/1000 gal. |
| LIQUID POULTRY | 51 lb./1000 gal. | 25 lb./1000 gal. | 34 lb./1000 gal. | \$30.27/1000 gal. |
| SOLID DAIRY    | 3 lb./ton        | 3 lb./ton        | 11 lb./ton       | \$3.71/ton        |
| SOLID POULTRY  | 18 lb./ton       | 18 lb./ton       | 25 lb./ton       | \$15.70/ton       |

\*Values in this chart are based on the following assumptions:

- incorporated within 24 hours of application
- all nutrients are captured by the plants at subsequent crops
- nitrogen is 50% lb., phosphorus is 50% lb., potash is 50% lb.
- 40% of phosphorus is available

The value of manure, based on organic matter and nitrogen only, available in the first year (1 year) is not included in this table.

## COMMERCIAL FERTILIZERS SOLD IN ONTARIO



Ontario producers are reducing their use of commercial fertilizers: in 1995, total commercial fertilizer sales were less than 70% of the amount sold in 1980. Phosphorus fertilizers use has dropped by over 50% in the same period.

## HOW THIS HANDBOOK CAN HELP YOU PRODUCE A PLAN

Nutrient management planning involves the careful assessment of a farm's crop nutrient needs, using cost-effective and environmentally responsible management practices to produce a plan intended to:

- understand the principles of nutrient management
- know your soil and landscape features
- know your soil fertility reserves
- know what you should be applying
- calibrate application equipment to know how much you're applying
- implement best management practices for application of nutrients
- adopt best management practices for soil management and soil and water conservation
- implement best management practices for monitoring and emergency

This handbook will help you put together the pieces to develop an effective plan. For more detailed information on how to develop an effective nutrient management plan, refer to the following documents:

- the Ontario Farm Environmental Coalition's *Nutrient Management Planning Strategy*
- Best Management Practices publications: *Livestock and Poultry Waste Management*, *Nutrient Management*, *Soil Management*, *Field Crop Production*, *Horticultural Crops* and *Water Management*
- OMAFRA 98-027, *Nutrient Management Workbook*
- OMAFRA Publication 611, *Soil Fertility Handbook*

The Ontario Farm Environmental Coalition and its partners promote the:

- benefits to farmers who adopt nutrient management planning
- strategic utilization of on-farm nutrients
- adoption of soil, water, and nutrient stewardship practices, and
- acceptance of nutrient management planning by all members of rural municipalities.

0411-1-01-1-02  
FARMERS AND THE COALITION



## PRINCIPLES

Nitrogen = N

Phosphorus = P

Potassium = K



Over the past 15 years, improvements in soil management by Ontario farmers have helped reduce phosphorus contamination in the Great Lakes.

### NUTRIENTS AND THE ENVIRONMENT

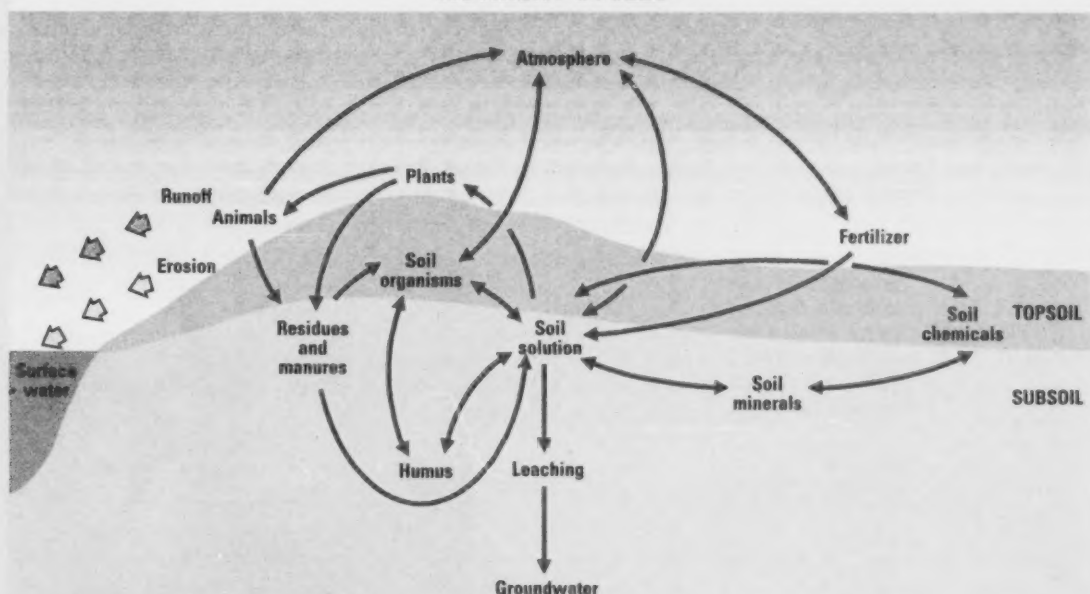
Nutrients can pollute water. Excess concentrations of nitrogen (N) can affect human and livestock health, whereas phosphorus (P) above tolerable limits in water can affect surface water quality and fish and wildlife habitat. However, most nutrients are used by crops, and all efforts must be taken to ensure these resources stay on the land where the crops are grown.

If there is excess nitrate (nitrogen) for crop needs, or if it is released at a time of year when crops cannot take it up, nitrate can leach into groundwater. Excess nitrate is a concern in drinking water. The Ontario Drinking Water Objectives limit acceptable levels of nitrate-nitrogen to 10 ppm.

Phosphorus becomes a concern when it enters surface waters. Phosphorus is the limiting nutrient to plant and algal growth in most streams and lakes: adding it encourages excessive growth of aquatic vegetation, which depletes oxygen.

Soils that are high in phosphorus, erodible, and adjacent to watercourses are more likely to contribute to surface water contamination. Phosphorus binds tightly to soil particles and, in general, leaching of phosphorus to groundwater is not a concern in Ontario.

### NUTRIENT CYCLES



Nutrients are continuously cycling through different forms in the soil. A result of chemical reactions and biological processes, nutrients are used by plants, returned or removed from the soil, lost from the soil, or converted to unavailable forms.

## PRINCIPLES

### SOURCES OF NUTRIENTS

Some of the nutrients taken up by plants are supplied by the soil itself. However, the levels of some nutrients in soil are inadequate to support optimal growth.

Nutrient sources that can be added to the soil may be in **inorganic** or **organic** form.

There are many types of both forms, each with their own special properties, and advantages and disadvantages relating to cost, practicality, safety, and environmental protection. A partial list includes:

- manure from your own farm(s)
- plowdown nutrients from legume crops
- residual nitrogen from previous manure and biosolid applications
- manure from other farms
- commercial fertilizer
- biosolids, e.g., sewage sludge.

As you develop a nutrient management plan, use the nutrients that are most readily available to your operation.



**A cardinal rule in selecting nutrients is to begin with the ones already on your farm, such as manure and plowdown crops.**

**A livestock farm should utilize the nutrients produced in the manure. Off-farm nutrient sources, such as commercial fertilizers and biosolids, should be used to supply nutrients that aren't provided by the manure source. It should be recognized that there are advantages in using a certain amount of commercial fertilizer to provide a consistent, balanced, and reliable nutrient source. Examples include starter fertilizers and commercial sidedress of N for corn.**



**Anhydrous ammonia is one of the least expensive commercial nitrogen fertilizers.**

## PRINCIPLES

|            |   |   |
|------------|---|---|
| Nitrogen   | = | N |
| Phosphorus | = | P |
| Potassium  | = | K |

### NUTRIENTS AND THE ENVIRONMENT

Nutrients can pollute water. Excess concentrations of nitrogen (N) can affect human and livestock health, whereas phosphorus (P) above tolerable limits in water can affect surface water quality and fish and wildlife habitat. However, most nutrients are used by crops, and all efforts must be taken to ensure these resources stay on the land where the crops are grown.

If there is excess nitrate (nitrogen) for crop needs, or if it is released at a time of year when crops cannot take it up, nitrate can leach into groundwater. Excess nitrate is a concern in drinking water. The Ontario Drinking Water Objectives limit acceptable levels of nitrate-nitrogen to 10 ppm.

Phosphorus becomes a concern when it enters surface waters. Phosphorus is the limiting nutrient to plant and algal growth in most streams and lakes, adding it encourages excessive growth of aquatic vegetation, which depletes oxygen.

Soils that are high in phosphorus, erodible, and adjacent to watercourses are more likely to contribute to surface water contamination. Phosphorus binds tightly to soil particles and, in general, leaching of phosphorus to groundwater is not a concern in Ontario.



Over the past 15 years, improvements in soil management by Ontario farmers have helped reduce phosphorus contamination in the Great Lakes.

### NUTRIENT CYCLES



Nutrients are continuously cycling through different forms in the soil. A result of chemical reactions and biological processes, nutrients are used by plants, returned or removed from the soil, lost from the soil, or converted to unavailable forms.

## SOURCES OF NUTRIENTS

Some of the nutrients taken up by plants are supplied by the soil itself. However, the levels of some nutrients in soil are inadequate to support optimal growth.

Nutrient sources that can be added to the soil may be in **inorganic** or **organic** form.

There are many types of both forms, each with their own special properties, and advantages and disadvantages relating to cost, practicality, safety, and environmental protection. A partial list includes:

- ▶ manure from your own farm(s)
- ▶ plowdown nutrients from legume crops
- ▶ residual nitrogen from previous manure and biosolid applications
- ▶ manure from other farms
- ▶ commercial fertilizer
- ▶ biosolids, e.g., sewage sludge

As you develop a nutrient management plan, use the nutrients that are most readily available to your operation.



A cardinal rule in selecting nutrients is to begin with the ones already on your farm, such as manure and plowdown crops.

A livestock farm should utilize the nutrients produced in the manure. Off-farm nutrient sources, such as commercial fertilizers and biosolids, should be used to supply nutrients that aren't provided by the manure source. It should be recognized that there are advantages in using a certain amount of commercial fertilizer to provide a consistent, balanced, and reliable nutrient source. Examples include starter fertilizers and commercial sidedress of N for corn.

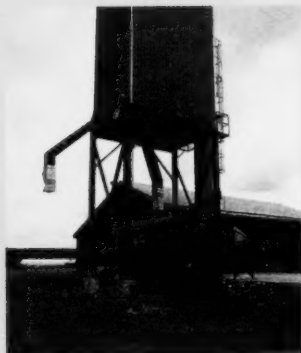


Anhydrous ammonia is one of the least expensive commercial nitrogen fertilizers.

## PRINCIPLES

### COMMERCIAL FERTILIZERS

Commercial fertilizer materials are one of the major sources of nutrients for crops. Here are some of the opportunities and challenges.



Commercial fertilizers represent a sizeable cost to crop production. However, they may be blended to meet crop requirements, and the nutrients are in forms that are quickly available to crops.

#### $P_2O_5$ and $K_2O$

Phosphate and potash fertilizers are sold on the basis of their oxides,  $P_2O_5$  and  $K_2O$ . This can be confusing because feeds, manures and biosolids are analyzed on the basis of P and K. Converting between the two is a simple important calculation.

$$P = 0.43 \times P_2O_5$$

$$K = 0.83 \times K_2O$$

For example, diammonium phosphate contains 46%  $P_2O_5$ , equivalent to 20% P ( $46\% \times 0.43$ ). Muriate of potash may contain 62%  $K_2O$ , equivalent to 51% K ( $62\% \times 0.83$ ).

#### OPPORTUNITIES

- nutrients are in known and consistent concentrations
- nutrients are available very quickly
- they may be blended to match crop requirements
- they allow for precise and timely applications
- they are convenient to apply

#### CHALLENGES

- they must be purchased off-farm
- they do not add organic matter to the soil

As a commercial fertilizer, **nitrogen** in the form of ammonia ( $NH_3$ ) is manufactured by extracting the nitrogen gas from the atmosphere and hydrogen from natural gas. The initial product is **anhydrous ammonia** (82% N). All other commonly used nitrogen materials are then manufactured from ammonia. The forms most commonly used are urea (46%) and urea ammonium nitrate (28%) solution.

Common **phosphorus** fertilizer materials are made by treating rock phosphate with various acids in order to make the phosphates available for plant growth. Nitrogen is often added to the process to make a product containing both nitrogen and phosphorus (e.g., MAP and DAP).

**Potash** fertilizer is made by crushing potassium chloride (muriate of potash) and washing the product to remove other salts.



Dry bulk commercial fertilizers should be stored in buildings with sealed concrete floors.

## PRINCIPLES

### MANURE

Manure provides the same nutrients for crop production as commercial fertilizers. One of the main challenges with manure, however, is that we can't change the proportion of nutrients to meet the specific nutrient requirements of crops. We must take the manure as it comes. Some forms, such as solid poultry manure, are relatively concentrated, compared to liquid dairy manure, which is dilute.

#### OPPORTUNITIES

- contains many required nutrients
- provides nutrients for several years after application
- supplies organic matter to soils, leading to improved soil health
- may be available on-farm

#### CHALLENGES

- nutrient content is variable and relatively low
- nutrients not always present in proportions needed by crop
- odour
- poor management can lead to water contamination
- untimely application can lead to soil compaction

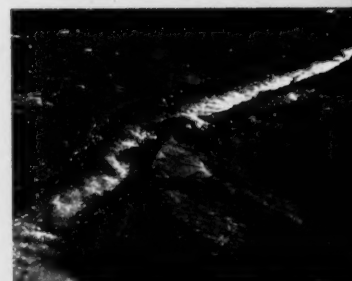
**Nitrogen** in manure is present in ammonium and organic forms. The proportion of each depends on the type of manure, and the amount and type of bedding material added.

Ammonium nitrogen may be harmful to fish if there is manure runoff to surface water.

The organic nitrogen in manure is eventually converted to ammonium through microbial action, and then further converted to **nitrate** ( $\text{NO}_3$ ). Ultimately, most of this nitrogen may be taken up by plants, either as ammonium or as nitrate.

**Phosphorus** is present in organic and inorganic forms in the solid fraction of the manure. In terms of availability to the crop, manure P differs considerably from fertilizer P, primarily because of placement. (Fertilizer P can be placed closer to the roots of growing crops) In the year of application, manure P is only 40% as available as fertilizer P. That is, 100 pounds of  $\text{P}_2\text{O}_5$  from manure is equivalent to 40 pounds of  $\text{P}_2\text{O}_5$  from fertilizer.

When it comes to the long-term change in soil-available P (soil test P), manure P does not differ as much from fertilizer P. Research outside Ontario indicates that manure P is at least 80% as effective as fertilizer P in raising soil test levels.



Unchecked runoff from manure can contaminate surface water with nutrients, bacteria, and organic debris.

The nutrient content of manure is influenced by many factors:

- in general, better feed conversion leads to lower excretion of nitrogen and minerals in manure
- feed additives that promote growth may also reduce excretion of nitrogen and phosphorus
- manure storage and volumes of water collected can influence resulting concentration of nutrient in the manure.

## MANURE

Manure provides the same nutrients for crop production as commercial fertilizers. One of the main challenges with manure, however, is that we can't change the proportion of nutrients to meet the specific nutrient requirements of crops. We must take the manure as it comes. Some forms, such as solid poultry manure, are relatively concentrated, compared to liquid dairy manure, which is dilute.

### OPPORTUNITIES

- contains many required nutrients
- provides nutrients for several years after application
- supplies organic matter to soils, leading to improved soil health
- may be available on-farm

### CHALLENGES

- nutrient content is variable and relatively low
- nutrients not always present in proportions needed by crop
- odour
- poor management can lead to water contamination
- untimely application can lead to soil compaction

**Nitrogen** in manure is present in ammonium and organic forms. The proportion of each depends on the type of manure, and the amount and type of bedding material added.

Ammonium nitrogen may be harmful to fish if there is manure runoff to surface water.

The organic nitrogen in manure is eventually converted to ammonium through microbial action, and then further converted to **nitrate** ( $\text{NO}_3^-$ ). Ultimately, most of this nitrogen may be taken up by plants, either as ammonium or as nitrate.

**Phosphorus** is present in organic and inorganic forms in the solid fraction of the manure. In terms of availability to the crop, manure P differs considerably from fertilizer P, primarily because of placement. (Fertilizer P can be placed closer to the roots of growing crops) In the year of application, manure P is only 40% as available as fertilizer P. That is, 100 pounds of  $\text{P}_2\text{O}_5$  from manure is equivalent to 40 pounds of  $\text{P}_2\text{O}_5$  from fertilizer.

When it comes to the long-term change in soil-available P (soil test P), manure P does not differ as much from fertilizer P. Research outside Ontario indicates that manure P is at least 80% as effective as fertilizer P in raising soil test levels.



Unchecked runoff from manure can contaminate surface water with nutrients, bacteria, and organic debris.

The nutrient content of manure is influenced by many factors:

- in general, better feed conversion leads to lower excretion of nitrogen and minerals in manure
- feed additives that promote growth may also reduce excretion of nitrogen and phosphorus
- manure storage and volumes of water collected can influence resulting concentration of nutrient in the manure.

## PRINCIPLES

The amount of soil test increase per unit of P added to the soil is difficult to predict. One long-term Ontario study on three different soils over 10 years suggests it takes 37 kg/ha  $P_2O_5$  to raise the sodium bicarbonate P by 1 ppm. Other studies suggest this figure may vary with soil type and soil test level. For this reason, it is necessary to continue soil testing at least once every three years to verify that soil test levels are kept within intended targets.

Manure contains significant quantities of **potassium** as well as **micronutrients** that can be an excellent resource for crop production. These nutrients have not been identified as environmental problems, but in some instances, excess potassium applications to forages can lead to nutrient problems in cattle and sheep.

### BIOSOLIDS

Biosolids provide many of the same nutrients for crop production as manures or mineral fertilizers. Application must be done in accordance with provincial guidelines.

Sludge provides almost no potassium to the soil, and processing makes the phosphorus less available to crops.

For further details, see the *Guidelines for the Utilization of Biosolids and Other Wastes on Agricultural Lands* (MOEE and OMAFRA, 1996).



A Certificate of Approval must be obtained from the Ontario Ministry of the Environment prior to the application of biosolids.

### MANURE STORAGE AND HANDLING

Why store and handle manure and other organic wastes? There are many good reasons:

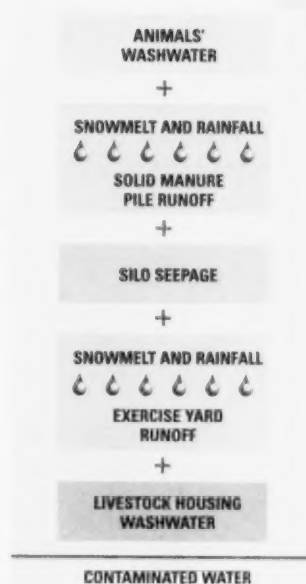
- for profit – manure is a resource that will improve your soil and supply nutrients to your crops
- for herd and flock health – many diseases and parasites come from contact with wastes
- for human health – some parasites and diseases are linked to livestock wastes, and improperly stored and handled manure can contaminate drinking water supplies
- to protect water supplies and fish habitat
- for efficiency – properly stored manure and contaminated liquids are more efficient to manage.

## PRINCIPLES

**It's important to manage all liquids.** One of the greatest risks of pollution comes from liquid manure around livestock housing facilities.

Contaminated liquids other than urine include:

- livestock housing washwater
- runoff from exercise yard
- silo seepage
- runoff from solid manure
- milking centre washwater
- livestock watering wastes.



**A well-designed and managed storage is part of an effective nutrient management plan.**

**Size your storage properly.** Manure storage systems should be large enough to store manure, bedding, wasted feed, plus all contaminated liquids.

You should have greater than 240 days' liquid manure storage to provide assurance of environmental protection and added flexibility to meet management needs. However, 200 days' liquid manure storage is acceptable where supported by an adequate nutrient management plan.

**Be considerate of your neighbours.** Best management practices for manure storage and handling can help to prevent manure odour and flies from becoming a nuisance and causing undue concern for your neighbours.



**Solid/liquid separation manure storages** can handle solid manure plus any contaminated liquids.

## PRINCIPLES



Crop yields, and the fate of applied nutrients, are in the palm of your hand.

'When I think of a healthy seedbed, I think about the levels of organic matter. To me, a dark brown soil is in better condition to grow crops.'

Denis Perrault, President, Ontario Soil and Crop Improvement Association



### SOIL QUALITY

Soils are the basis of crop production. Keeping them in good condition requires good management. This means paying attention to physical, biological, and chemical properties.

Soils in good condition promote crop production because:

- seedbeds are easily created
- emergence is not impeded
- crops suffer less from moisture stress during a drought
- erosion is reduced
- water infiltrates soil more readily
- nutrients are better utilized.

When it comes to nutrient management, best management practices focus on the chemical properties of soils, such as nutrient levels and pH.

In soil management, best management practices address the physical and biological properties of soil.

The soil **physical properties** you can manage include structure, porosity, drainage, and organic matter content.

**Biological properties** include soil microbe and earthworm populations, and carbon-nitrogen ratios.

Both physical and biological properties can remain in suitable condition if soil organic matter levels are kept high, and structural damage from tillage practices is kept to a minimum.



If you take care of your soil, it will take care of you.

# BEST MANAGEMENT PRACTICES

## SITE FEATURES AND THE FATE OF APPLIED NUTRIENTS

Before you apply nutrients, take a closer look at your farm and how nutrients are distributed on the land. Many soil and landscape features will affect the availability and rate of loss of applied nutrients.

Knowing site features – such as soil type, soil drainage, crop cover, slope, and proximity to sensitive areas – will help you fine-tune management practices to reduce environmental contamination from on-farm nutrients.

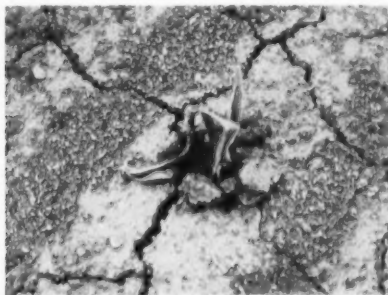
## SOIL HEALTH

Do you know whether your soil is healthy? Ask yourself these questions. Do your soils:

- stay cold and pond water in the spring?
- form surface crusts?
- often run off and erode after heavy rains?
- habitually exhibit moisture-stress conditions?
- go without regular additions of soil organic matter from manure, biosolids, crop residues, and forages?

If you answered yes to one or more of these questions, you should consider integrating soil management practices into your operation. In so doing, you can:

- improve efficiency of nutrient uptake
- improve yields and long-term sustained productivity, and
- reduce runoff from farm nutrients.



Crusted soils can prevent crop emergence. In severe cases, replanting is necessary.



Soils in good condition can withstand periods of drought better than soils in poor condition.



Nitrogen losses to the atmosphere through denitrification are greatest in warm, wet soils. Losses from ammonia volatilization are greatest in warm, dry soils.



Phosphates attached to soil particles from erodible cropland can pollute nearby surface waters.

For more information, see related titles in the Best Management Practices series, especially: *Soil Management, Field Crop Production, No-Till and Horticultural Crops*.

## BEST MANAGEMENT PRACTICES

Well-managed soils are a necessary foundation for effective nutrient management planning. Best management practices should, for the most part, be preventative in nature, aimed at maintaining soil in an ideal condition.

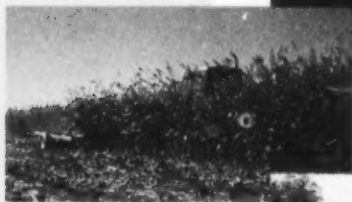
In addition to best management practices for surface water and groundwater, soil health can be maintained by employing the following:



**Cover crops**



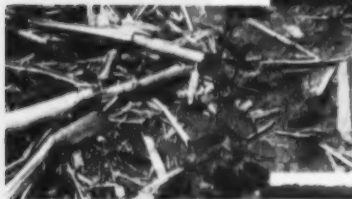
**Crop rotations**



**Green manure crops**



**Additions of manure and other organic materials**



**Reduced tillage systems**



**Timely tillage**

Where conventional tillage is used, it will take many years of application to build up organic matter. In conservation cropping systems, organic matter levels may increase more quickly.

### **cover crops**

- ▶ help maintain soil structure
- ▶ add organic matter
- ▶ tie up excess nutrients
- ▶ control pests (weeds, insects, and diseases)

### **crop rotations**

- ▶ cover soil longer
- ▶ improve structure
- ▶ add organic matter
- ▶ increase yields 5-15%
- ▶ release nutrients
- ▶ break pest cycles

### **green manure crops**

- ▶ cover soil
- ▶ add organic matter
- ▶ take up excess nutrients

### **additions of manure and other organic materials**

- ▶ add organic matter
- ▶ add nutrients

### **reduced tillage systems**

- ▶ reduce soil erosion due to water and wind
- ▶ reduce tillage erosion
- ▶ improve soil structure (over time with good management)
- ▶ allow earthworm populations to increase

### **timely tillage**

- ▶ reduces organic matter depletion
- ▶ reduces compaction
- ▶ reduces crusting.

## BEST MANAGEMENT PRACTICES

### KNOW WHAT YOU HAVE

Besides knowing the effect of site features on nutrients, you must get a handle on the quality of your soil and manure, along with any biosolids you're considering applying.

**The bottom line for nutrient management planning is this: test for nutrient levels and follow the recommended rates and techniques for application.**

### TEST YOUR SOILS

Testing your soil will give you the answers you need. Soil testing helps to identify an appropriate rate of nutrient application. The soil test is an index of the likelihood of crop response to applied nutrients. Its use will help minimize environmental risk by reducing or avoiding applications where there is little likelihood of crop response.

Soil tests should be done at least once every three years to manage soil pH, phosphorus, potassium, and magnesium – and micronutrients in some cropland. They should be taken at the same point in the rotation and time of year for consistency.

All soil tests used for plans must use Ontario-accredited labs and Ontario-accredited methods, i.e., sodium bicarbonate extractable phosphorus (P) and ammonium acetate extractable potassium (K), both expressed in mg/litre of soil.



All soil tests for nutrient management plans must be conducted by Ontario-accredited labs.

The OMAFRA-accredited soil testing program provides Ontario research-based recommendations for nitrogen, phosphate, potash, and magnesium fertilizer, and manganese and zinc where required, along with recommendations on the amount and type of lime you should apply.

Applying what the crops needs will:

- improve crop growth and standability
- improve crop tolerance to insects and diseases
- improve crop maturity and quality
- increase yields
- manage input costs
- protect the environment.

Tests are relatively inexpensive and more than pay for themselves.

**PPM = mg/litre**

**PPM (parts per million) generally means milligrams per kilogram. In Ontario soil tests, the soils are measured by volume, so results are expressed in milligrams per litre of soil (mg/L), which is also expressed as ppm.**

## BEST MANAGEMENT PRACTICES

**By following recommended sampling procedures, your results will be representative of field conditions.**

**Keep records. Use them to determine whether your soil test levels are increasing, decreasing, or staying the same.**

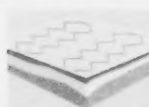
**Sample with care.** Each field should be sampled separately. Where field variability is a concern, smaller areas should be sampled separately. Global Positioning Systems (GPS) can help you with this.

Analyses should be performed on samples collected from areas no larger than 25 acres (10 hectares), using a minimum of one core per acre and collected from random points over the field area. Use a zig-zag pattern to ensure you cover evenly the areas being sampled. Cores should be taken to a depth of six inches.

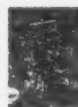
### For soil testing



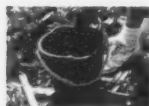
1. Sample each field separately.



2. Use a zig-zag pattern.



3. Take cores to six inches. A consistent depth is important!



4. Use clean plastic pails, and break clods.



5. Place in sample bag.

See OMAFRA Publication 296 for details.

Ongoing records of the test results and recommendations should be kept for a minimum of six years (or three sets of samples). Records provide documentation to support the proper use of nutrients in an agricultural operation. The records also provide a means to clarify production results and verify soil test results.

Where soil tests are required before a building permit for a new intensive-livestock operation can be issued, they should be performed on all of the area intended for manure application. Where it is impossible to collect a soil test (e.g., deep snow) before applying for a construction permit, the soil test should be assumed to be agronomically excessive as defined in Publication 296, i.e., P soil test = 61 ppm. This is used to determine the potential for nutrient application. A revised nutrient management plan can be developed when the soil tests are completed.

## BEST MANAGEMENT PRACTICES

### TEST YOUR MANURE

A manure analysis is necessary because the quantity of nutrients and ratio of N, P, and K in manure varies greatly from farm to farm, depending on the diet of the animals and the amount of bedding and liquid added to the manure. The results of the analysis will give an indication of the amount of nutrients present in your animal manure.

You should obtain a sample every time the storage is emptied. Analysis of the manure sample should include total nitrogen, ammonium nitrogen ( $\text{NH}_4\text{-N}$ ), phosphorus, potassium, and dry matter.

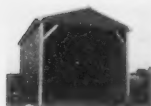
#### For liquid manure



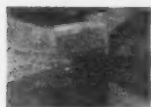
1. In a plastic pail, collect random subsamples from various depths of the storage, following agitation, as the storage is being emptied. Random samples may be obtained directly from the spreader.



2. Mix the 10-20 subsamples thoroughly and transfer to a plastic jar. The jar should only be one-half full (to avoid excessive gas buildup and potential explosion), and should be tightly covered and placed in a plastic bag that is securely tied.



3. Store the sample in a cool place until shipping to a laboratory.



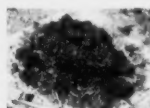
4. Schedule the shipping of the sample(s) to reach the laboratory on a weekday. Courier companies don't appreciate manure samples in storage over a weekend.



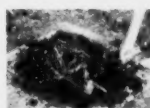
**Manure testing will help you determine how much to apply.**

## BEST MANAGEMENT PRACTICES

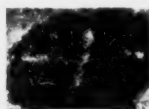
**For solid manure** – it's more difficult to obtain a representative sample through random selection



1. On concrete or plywood, take subsamples (a forkful) of manure from various loads leaving the pile, or from various parts of the pile.



2. Chop the manure with a shovel or fork, and mix the subsamples together as thoroughly as possible.



3. Divide the manure into four portions and discard three. Continue mixing and subdividing the manure. Then, fill a plastic jar or shipping container holding approximately one-half litre ( $\frac{1}{2}$  qt.).



4. Place the tightly covered sample into a plastic bag and store in a cool place until shipping.

After several analyses, your manure nutrient value should become evident, and you will only need to test the manure when making major changes in livestock feeding or bedding methods.

If test results are not available, e.g., new barns, estimated values are available from other OMAFRA publications.

The use of an electrical conductivity (EC) on-farm test to predict N values of liquid manure is possible. These on-farm tests should be checked against standards or laboratory tests.

**Determine nutrients in manure and their value.** Most of the nutrients taken up by plants are returned to the soil in crop residues. Livestock manures return much of the nutrients contained in feeds. These and other organic materials, such as sewage sludge and biosolids, are important reserves of nutrients.

Nutrients in organic form are held in the soil and are gradually released in available forms as the organic matter decomposes. Some of the nutrients in organic materials are immediately available; the rest become available over time. Manure, for example, can continue to release nutrients for several years.

## BEST MANAGEMENT PRACTICES

### KNOW WHAT YOU NEED

The other half of knowing what you have is knowing what you need. The following indicators will help you determine what you need:

- soil and manure test results
- crop needs
- proportion of nutrients to be added from manure, legumes, commercial fertilizer, and other sources
- in-field variability
- environmental risks – leaching of nitrogen or runoff of phosphorus.

There are two distinct goals for interpreting soil tests.

**For lower-testing soils:** aim to ensure adequate nutrient levels to optimize production and returns.

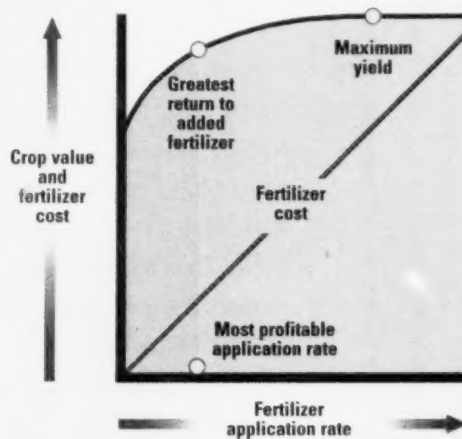
**For higher-testing soils:** plan nutrient applications to protect water quality.

Only the amount that should optimize profit in the current year while addressing environmental concerns is recommended. By following such rates, nutrient levels will gradually build up or stay the same, because crops may not use all the nutrients applied in the year of application.

Crop yields show a diminishing marginal return to increasing soil fertility.



In Ontario, recommendations are based on the results of field trials conducted for each crop to determine the optimum rate for each level of soil fertility.



As fertility levels increase, crop response to added nutrients will decrease.

## BEST MANAGEMENT PRACTICES

Nutrient contents of organic materials are usually reported as percentage by weight (%N, %P, %K, etc.).

Phosphorus and potassium must be converted to  $P_2O_5$  and  $K_2O$  respectively.

Ammonium-nitrogen and micronutrient contents are usually reported in:

- milligrams per kilogram (mg/kg) or,
- milligrams per litre (mg/L).

To convert:

- mg/kg to pounds/ton, divide mg/kg by 500
- mg/L to pounds/1000 gal. (imp.), divide mg/L by 100.

Organic nitrogen is found by subtracting ammonium nitrogen from total nitrogen.

$Ammonium = NH_4$

$Org\ N = Total\ N - NH_4$

$Org\ N\ (available) = Org\ N \times available\ factors\ listed\ below$

$NH_4\ (available) = NH_4 \times (100 - ammonium\ loss\ %)$

$Total\ (available)\ N = NH_4\ (available) + Org\ N\ (available)$

### INTERPRETING SOIL TEST RESULTS

Most soil test results contain the following information:

- the numerical value of the soil analysis for each nutrient tested – an index of plant-available nutrients, expressed in ppm (which is the basis for nutrient recommendations)
- the soil test rating (e.g. High, Low) for a nutrient – an indication of the level of abundance or deficiency of a nutrient, and is crop-dependent
- the suggested amount of each nutrient to apply – these rates are expressed as actual nutrients and must be translated into a recommendation for the amount and types of fertilizer or manure to apply.

### INTERPRETING MANURE TEST RESULTS

Manure test results will provide nutrient levels using the same numerical values as a soil test, but will not provide recommended rates of application. Manure test results should be used to help determine total nutrient application rates.

Several commercially available nutrient management planning tools incorporate soil and manure test results to calculate manure and other nutrient application rates.

The following principles must be addressed when interpreting manure test results:

- only a portion of the organic nitrogen is available for crop uptake in year of application
  - ▷ 20% for liquid manure/biosolid
  - ▷ 10% for solid manure/biosolid (<50% DM)
  - ▷ 5% for solid manure/biosolid (>50% DM)
  - ▷ 30% for all poultry manure
- available ammonium is ammonium-nitrogen less the ammonium loss
- total nitrogen available for crop uptake is the sum of available ammonium and available organic nitrogen
- nitrogen will build up in the soil with repeated manure applications
  - ▷ residual N is derived from the organic fraction of manure, so we expect there is more from solid manure
- in year of application, manure  $P_2O_5$  is 40% as available as fertilizer  $P_2O_5$  – at least 80% will become available over the longer term, and adds to the total available soil P pool
- about 90% of the K is available in the year of application.

## BEST MANAGEMENT PRACTICES

The incorporation capabilities of the application system have a significant affect on nitrogen losses. Manure that is immediately incorporated will have very little ammonium loss. Hot, sunny conditions will give the highest losses, while cool, cloudy conditions will cause the least loss.

Ammonium loss is based on the chart below.

### ESTIMATED AMMONIA LOSS (PERCENTAGE)\*\*

| DAYS AFTER APPLICATION                  | AVERAGE* | COOL, WET<br>(<10°C) | COOL, DRY<br>(<10°C) | WARM, WET<br>(>15°C) | WARM, DRY<br>(>15°C) |
|-----------------------------------------|----------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| Injected in season                      | 0        | 0                    | 0                    | 0                    | 0                    |
| Incorporated within 1 day               | 25       | 10                   | 15                   | 25                   | 50                   |
| Incorporated within 2 days              | 30       | 13                   | 19                   | 31                   | 57                   |
| Incorporated within 3 days              | 35       | 15                   | 22                   | 38                   | 65                   |
| Incorporated within 4 days              | 40       | 17                   | 26                   | 44                   | 73                   |
| Incorporated within 5 days              | 45       | 20                   | 30                   | 50                   | 80                   |
| <b>NOT INCORPORATED</b>                 |          |                      |                      |                      |                      |
| <b>Spring/Summer/Early Fall</b>         |          |                      |                      |                      |                      |
| • bare soil                             | 66       | 40                   | 50                   | 75                   | 90                   |
| • crop residue                          | 50       | 30                   | 35                   | 60                   | 70                   |
| • standing crop                         | 33       | 20                   | 25                   | 40                   | 50                   |
| <b>Late Fall (air temp &lt;10°C)***</b> | 25       | 25                   | 25                   | N/A                  | N/A                  |

An additional 10% ammonium loss should be calculated for manure irrigation systems.

\*Use average weather conditions to estimate N loss value when projecting future nutrient management plan (C. Brown, K. Reid, E. Beauchamp, D. Hilborn [1998]).

\*\*Spreading on forages, cover crops, and residues will increase ammonia loss.

\*\*\*Nitrogen loss due to other processes, i.e., runoff, denitrification, and leaching, will also occur. Generally, half the total N is expected to be available by the following spring.

The incorporation capabilities of the application system have a significant affect on nitrogen losses. Manure that is immediately incorporated will have very little ammonium loss. Hot, sunny conditions will give the highest losses, while cool, cloudy conditions will cause the least loss.

Ammonium loss is based on the chart below.

### ESTIMATED AMMONIA LOSS (PERCENTAGE)\*\*

| DAYS AFTER APPLICATION                  | AVERAGE* | COOL, WET<br>(<10 C) | COOL, DRY<br>(<10 C) | WARM, WET<br>(>15 C) | WARM, DRY<br>(>15 C) |
|-----------------------------------------|----------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| Injected in season                      | 0        | 0                    | 0                    | 0                    | 0                    |
| Incorporated within 1 day               | 25       | 10                   | 15                   | 25                   | 50                   |
| Incorporated within 2 days              | 30       | 13                   | 19                   | 31                   | 57                   |
| Incorporated within 3 days              | 35       | 15                   | 22                   | 38                   | 65                   |
| Incorporated within 4 days              | 40       | 17                   | 26                   | 44                   | 73                   |
| Incorporated within 5 days              | 45       | 20                   | 30                   | 50                   | 80                   |
| <b>NOT INCORPORATED</b>                 |          |                      |                      |                      |                      |
| <b>Spring/Summer/Early Fall</b>         |          |                      |                      |                      |                      |
| • bare soil                             | 66       | 40                   | 50                   | 75                   | 90                   |
| • crop residue                          | 50       | 30                   | 35                   | 60                   | 70                   |
| • standing crop                         | 33       | 20                   | 25                   | 40                   | 50                   |
| <b>Late Fall (air temp &lt;10 C)***</b> | 25       | 25                   | 25                   | N/A                  | N/A                  |

An additional 10% ammonium loss should be calculated for manure irrigation systems.

\*Use average weather conditions to estimate N loss value when projecting future nutrient management plan (C. Brown, K. Reid, E. Beauchamp, D. Hilborn [1998]).

\*\*Spreading on forages, cover crops, and residues will increase ammonia loss.

\*\*\*Nitrogen loss due to other processes, i.e., runoff, denitrification, and leaching, will also occur. Generally, half the total N is expected to be available by the following spring.

## BEST MANAGEMENT PRACTICES

### DETERMINING THE MAXIMUM RATE OF MANURE TO SPREAD

The maximum rate of application will be limited by any one of several factors, so as to keep the application rate low enough to prevent environmental harm.

The rate of application depends on several factors, namely soil absorption capacity, and phosphorus and nitrogen needs.

#### Soil absorption capacity

- liquid manure must be applied at rates that “stick” to the soil surface
- when using very diluted liquids such as liquids from a runoff storage or manure from a dairy barn with earthen storages, soils will become saturated and manure will run off before desired nutrient application rates are reached.

Best management practices to assist absorption capacity include:

- applying liquid manure in several low-volume, separate applications
- precultivating surface before application
- applying manure on forages, cover crops and residues to reduce runoff.

To ensure that suitable volumes of liquid manure are applied, do the following:

- consider crop needs
- calibrate equipment to ensure crop needs will be met or won't be exceeded
- monitor field surface and tile drains following first 30 minutes of application
- if you see surface movement or tile runoff, reduce amount (see page 35 for recommended procedures).

#### Meeting the phosphorus needs

- if not used by the crop, phosphorus remains in the soil
- caution must be taken to avoid a buildup to excessive levels over time in areas prone to erosion
- at extremely high soil test levels, risk of phosphorus losses in soluble form increases.

| APPLICATION<br>RATE<br>gal/ac | THICKNESS |                |
|-------------------------------|-----------|----------------|
|                               | mm        | in.            |
| 4,500                         | 5         | $\frac{1}{8}$  |
| 7,000                         | 8.5       | $\frac{3}{16}$ |
| 9,000                         | 10.2      | $\frac{3}{8}$  |
| 11,300                        | 12.5      | $\frac{1}{2}$  |



**Precultivate field surface before applying liquid manure to assist absorption and break macropores.**



**Apply liquid manure in several, separate, low-volume applications to assist absorption capacity.**

## BEST MANAGEMENT PRACTICES

### Meeting the nitrogen needs

- nitrate is mobile and, if not quickly used by the crop, may be lost to the air or groundwater
- it's recommended that no more than 75% of the crop needs for nitrogen come from manure
- it's advantageous to include some nitrogen from mineral fertilizers, for the following reasons:
  - nitrogen release from organic materials is dependent on the weather, and in cool, damp seasons, the crop may not receive enough nitrogen from organic sources for optimum growth and yield
  - manure application is often uneven, so parts of the field may receive insufficient manure to meet crop requirements – a blanket application of mineral N fertilizer helps to increase overall yields by ensuring all the field has received sufficient N
  - reducing the N application rate from manure also reduces the amount of P being applied to rates closer to crop renewal or crop requirements.

### DETERMINING SEPARATION DISTANCES FOR MANURE APPLICATION

The following two methods provide recommended distances for separation between manure application and surface water sources. Selection for the most appropriate method is dependent on the soil test P value.

**If your soil P tests are less than 30 ( $P < 30$ ),** follow the procedures in the tables on pages 22 and 23 to determine minimum separation distances.

**If your soil P test results exceed 30 ( $P > 30$ ):**

1. follow the procedures in the tables on pages 22 and 23 to estimate separation distances, then
2. calculate the Phosphorus Index and refer to the table on page 24 to estimate minimum separation distances, then
3. use the greater value of the two methods as your minimum separation distance.



Separation distances for manure application must take surface water inlets such as catch basins into account.

## BEST MANAGEMENT PRACTICES

**Slope is referred to as a percentage of elevation over distance. A rise in elevation of 0.5 metre over a distance of 100 metres in a field is a slope of 0.5% – or nearly flat. However, a rise of 5 metres in 100 metres is a 5% slope. The potential for surface water contamination increases with percent slope.**

For more information on how to use this table and the following one, see the sidebar on page 23.

**Surface water refers to lakes, rivers, streams, creeks, ditches, ponds, and wetlands.**

Generally, it is acceptable to maintain a narrower separation distance to watercourses where:

- P levels are lower, and
- the risk of erosion and runoff due to soil type, cropping and tillage practices, slope and distance to the watercourse is lower.

### FOR SOILS WITH LOWER P SOIL TEST RESULTS (< 30 PPM)

Soils with a soil test phosphorus result of <30 ppm are limited to P applications of 70 pounds per acre over crop removal (can be averaged over three years).

See the next table.

### POTENTIAL FOR SURFACE WATER CONTAMINATION FROM MANURE RUNOFF

| SOIL INFILTRATION RATE<br>(soil texture) | SURFACE WATER CONTAMINATION POTENTIAL*                  |        |      |     |
|------------------------------------------|---------------------------------------------------------|--------|------|-----|
|                                          | TOPOGRAPHY (LAND SLOPE) WITHIN 150 m (500 ft.) OF WATER |        |      |     |
|                                          | <0.5%                                                   | 0.5-2% | 2-5% | >5% |
| Fast (sand)                              | VL                                                      | VL     | VL   | L   |
| Moderate (loam)                          | VL                                                      | L      | L    | M   |
| Slow (clay loam)                         | L                                                       | M      | M    | H   |
| Very slow (clay)                         | M                                                       | H      | H    | H   |

H = high risk, M = moderate risk, L = low risk, VL = very low risk

To determine a site's potential for surface water contamination from manure runoff, find the texture of your soil in the first column and move horizontally to the appropriate Topography (Land Slope) column.

## BEST MANAGEMENT PRACTICES

### MINIMUM SEPARATION DISTANCES TO WATER SOURCES FOR SURFACE WATER CONTAMINATION POTENTIAL\* FROM LIQUID & SOLID MANURE RUNOFF

| SURFACE WATER CONTAMINATION POTENTIAL | SEPARATION DISTANCE TO SURFACE WATER SOURCES metres (ft.) |          |              |          |
|---------------------------------------|-----------------------------------------------------------|----------|--------------|----------|
|                                       | Surface-applied                                           |          | Incorporated |          |
|                                       | liquid                                                    | solid    | liquid       | solid    |
| High                                  | 30 (100)                                                  | 15 (50)  | 18 (60)      | 9 (30)   |
| Moderate                              | 23 (75)                                                   | 11 (37)  | 14 (45)      | 7 (22)   |
| Low                                   | 15 (50)                                                   | 8 (25)   | 9 (30)       | 4.5 (15) |
| Very low                              | 9 (30)                                                    | 4.5 (15) | 9 (30)       | 4.5 (15) |

Note: The above minimum separation distances may be reduced to 9 m or 30 ft. (liquid) and 4.5 m or 15 ft. (solid) where the following practices are implemented:

- soil conservation techniques, e.g., mulch tillage, strip cropping, forages are practised AND
- a minimum 3 m (10 ft.) wide vegetated buffer strip (measured from top of bank) exists along the perimeter of the surface water source.

For commercial fertilizers, a minimum separation distance of 3 metres (10 ft.) comprised of a vegetative buffer strip should be established between the area of application and any watercourse.

### FOR SOILS WITH HIGHER P SOIL TEST RESULTS ( > 30 PPM)

Use the Phosphorus Index to determine separation distances based on the risk of surface water contamination when applying P either as manure or as commercial fertilizers. The P Index can also be used as a management tool to help determine how to reduce the risk of P runoff.

The P Index uses both inherent physical and management factors:

- soil erosion rate – based on soil, slope, cover, rainfall and conservation practices
- soil runoff/infiltration
- soil test results
- P fertilizer and manure application rate
- P fertilizer and P manure application methods
- distance to watercourse.

To determine the P Index for each field with a soil test result for P of >30 ppm, refer to the *NMP Workbook* (OMAFRA 98-027) or *NMan 99* software.

A hog producer is planning to incorporate liquid manure into a 50-acre field with the following characteristics:

- soil type = clay loam
- slope = 3%
- distance from edge of field to stream = 6.5 m (20 ft.).

Using the table on page 22, the farmer determines that a clay loam soil with a 3% slope has a moderate (M) potential for surface water runoff.

Using the table on this page, the farmer determines the separation distance for incorporated liquid manure to be 45 ft. for a moderate risk situation. Therefore, the farmer should stay back an additional 25 ft. from the edge of the field.



The Phosphorus Index is a management tool to help reduce the risk of phosphorus runoff.

Slope is referred to as a percentage of elevation over distance. A rise in elevation of 0.5 metre over a distance of 100 metres in a field is a slope of 0.5% – or nearly flat. However, a rise of 5 metres in 100 metres is a 5% slope. The potential for surface water contamination increases with percent slope.

Generally, it is acceptable to maintain a narrower separation distance to watercourses where:

- ▶ P levels are lower, and
- ▶ the risk of erosion and runoff due to soil type, cropping and tillage practices, slope and distance to the watercourse is lower.

#### FOR SOILS WITH LOWER P SOIL TEST RESULTS (< 30 PPM)

Soils with a soil test phosphorus result of <30 ppm are limited to P applications of 70 pounds per acre over crop removal (can be averaged over three years).

See the next table.

#### POTENTIAL FOR SURFACE WATER CONTAMINATION FROM MANURE RUNOFF

For more information on how to use this table and the following one, see the sidebar on page 23.

| SOIL INFILTRATION RATE<br>(soil texture) | SURFACE WATER CONTAMINATION POTENTIAL*                  |        |      |     |
|------------------------------------------|---------------------------------------------------------|--------|------|-----|
|                                          | TOPOGRAPHY (LAND SLOPE) WITHIN 150 m (500 ft.) OF WATER |        |      |     |
|                                          | <0.5%                                                   | 0.5-2% | 2-5% | >5% |
| Fast (sand)                              | VL                                                      | VL     | VL   | L   |
| Moderate (loam)                          | VL                                                      | L      | L    | M   |
| Slow (clay loam)                         | L                                                       | M      | M    | H   |
| Very slow (clay)                         | M                                                       | H      | H    | H   |

H = high risk, M = moderate risk, L = low risk, VL = very low risk

To determine a site's potential for surface water contamination from manure runoff, find the texture of your soil in the first column and move horizontally to the appropriate Topography (Land Slope) column.

Surface water refers to lakes, rivers, streams, creeks, ditches, ponds, and wetlands.

## MINIMUM SEPARATION DISTANCES TO WATER SOURCES FOR SURFACE WATER CONTAMINATION POTENTIAL\* FROM LIQUID & SOLID MANURE RUNOFF

| SURFACE WATER CONTAMINATION POTENTIAL | SEPARATION DISTANCE TO SURFACE WATER SOURCES<br>metres (ft.) |          |              |          |
|---------------------------------------|--------------------------------------------------------------|----------|--------------|----------|
|                                       | Surface-applied                                              |          | Incorporated |          |
|                                       | liquid                                                       | solid    | liquid       | solid    |
| High                                  | 30 (100)                                                     | 15 (50)  | 18 (60)      | 9 (30)   |
| Moderate                              | 23 (75)                                                      | 11 (37)  | 14 (45)      | 7 (22)   |
| Low                                   | 15 (50)                                                      | 8 (25)   | 9 (30)       | 4.5 (15) |
| Very low                              | 9 (30)                                                       | 4.5 (15) | 9 (30)       | 4.5 (15) |

Note: The above minimum separation distances may be reduced to 9 m or 30 ft. (liquid) and 4.5 m or 15 ft. (solid) where the following practices are implemented:

- soil conservation techniques, e.g., no-till, strip cropping, forages are practiced AND
- a minimum 3 m (10 ft.) wide vegetated buffer strip (measured from top of bank) exists along the perimeter of the surface water source.

For commercial fertilizers, a minimum separation distance of 3 metres (10 ft.) comprised of a vegetative buffer strip should be established between the area of application and any watercourse.

## FOR SOILS WITH HIGHER P SOIL TEST RESULTS (> 30 PPM)

Use the Phosphorus Index to determine separation distances based on the risk of surface water contamination when applying P either as manure or as commercial fertilizers. The P Index can also be used as a management tool to help determine how to reduce the risk of P runoff.

The P Index uses both inherent physical and management factors:

- ▶ soil erosion rate – based on soil, slope, cover, rainfall and conservation practices
- ▶ soil runoff/infiltration
- ▶ soil test results
- ▶ P fertilizer and manure application rate
- ▶ P fertilizer and P manure application methods
- ▶ distance to watercourse.

To determine the P Index for each field with a soil test result for P of > 30 ppm, refer to the *VMP Workbook* (OMAFRA 98-027) or *VMan 99* software.

A hog producer is planning to incorporate liquid manure into a 50-acre field with the following characteristics:

- soil type = clay loam
- slope = 3%
- distance from edge of field to stream = 6.5 m (20 ft.).

Using the table on page 22, the farmer determines that a clay loam soil with a 3% slope has a moderate (M) potential for surface water runoff.

Using the table on this page, the farmer determines the separation distance for incorporated liquid manure to be 45 ft. for a moderate risk situation. Therefore, the farmer should stay back an additional 25 ft. from the edge of the field.



The Phosphorus Index is a management tool to help reduce the risk of phosphorus runoff.

## BEST MANAGEMENT PRACTICES

Use your P Index rating and note the recommended separation distances from the table below.

### NUTRIENT APPLICATION LIMITATION AS DETERMINED BY P INDEX AND PROXIMITY OF TILLABLE LAND TO SURFACE WATER SOURCES

| P INDEX | SEPARATION DISTANCE |                                                        |                                          |          |
|---------|---------------------|--------------------------------------------------------|------------------------------------------|----------|
|         | <10 ft.             | 10-100 ft.                                             | 100-200 ft.                              | >200 ft. |
| <30     |                     |                                                        | No additional restriction due to P Index |          |
| 30-50   |                     | ⚠ Only apply $\text{N}_2\text{O}_4$ up to crop removal |                                          |          |
| >50     | STOP No application |                                                        |                                          |          |

#### Example:

For a clay loam soil on a 3% slope, the runoff potential is *moderate*. For surface-applied manure, the minimum separation distance is 75 ft. However, since the P Index was <30 and P.O. is applied above crop removal, the minimum distance must be increased to 100 ft. Between 75 ft. and 100 ft., manure could be applied up to crop removal.

### SUPPLEMENTAL NUTRIENTS

Careful consideration must be given to the selection of the most appropriate quantity of supplemental nutrients.

Here are the key steps in determining the appropriate amounts.

1. Determine the crop requirements, based on soil test results and provincial crop recommendations.
2. Subtract nutrient contributions from previous legume crops and applied manures or biosolids.

Supplemental nutrient requirements may be met by applying nutrients in:

- starter fertilizers
- broadcast applications
- sidedress applications.

Consult provincial recommendations to determine the most appropriate form, rate, and placement of supplemental nutrients.



Place starter fertilizers close enough to the seed to be effective – and far enough to reduce the risk of salt damage. Banding 5 cm (2 in.) below and 5 cm (2 in.) away from the seed is recommended for corn.

## BEST MANAGEMENT PRACTICES

### KNOW HOW MUCH YOU'RE APPLYING – CALIBRATE!

Often overlooked, calibrating your nutrient application equipment is an essential step in getting your crops the recommended levels of nutrients.

Spreader calibration works in combination with soil and manure testing and nutrient management planning to ensure proper application rates of manure and commercial fertilizers.

### CALIBRATING MANURE SPREADERS

Many farmers estimate how much manure is spread by counting the number of loads being applied to a field, based on the spreader capacity. Although this may seem to work well, it does not take into account the different densities of the manure or whether the spreader is being filled to meet the manufacturer's specifications.

The following table presents estimated densities of manure to convert volume of the spreader to weight of manure. A better alternative is to weigh a typical load of manure and use this measurement for your calculations.

### DENSITIES OF DIFFERENT TYPES OF MANURE

| TYPE OF MANURE     | WEIGHT PER CUBIC FOOT (LBS.) | WEIGHT PER BUSHEL (LBS.) |
|--------------------|------------------------------|--------------------------|
| Liquid             | 62.4                         | 80                       |
| Semi-solid         | 60                           | 76                       |
| Thick solid manure | 50                           | 64                       |
| Light solid manure | 35                           | 45                       |

Solid manure spreaders need to be calibrated to ensure that the proper weight – rather than volume – is applied.



Table 10-10 provides the recommended separation distances from the P index.

## NUTRIENT APPLICATION LIMITATION AS DETERMINED BY P INDEX AND PROXIMITY OF TILLABLE LAND TO SURFACE WATER SOURCES

| P INDEX | SEPARATION DISTANCE                                                                                                  |            |             |          |
|---------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|-------------|----------|
|         | <10 ft.                                                                                                              | 10-100 ft. | 100-200 ft. | >200 ft. |
| <30     | No additional restriction due to P index                                                                             |            |             |          |
| 30-50   |  Only apply P,O. up to crop removal |            |             |          |
| >50     | No application                                                                                                       |            |             |          |

*Notes:* 1. The minimum separation distance for surface-applied systems is the minimum separation distance for the application of P,O. up to crop removal. 2. The minimum separation distance for subsurface P,O. application is the minimum separation distance for the application of P,O. up to crop removal. 3. The minimum separation distance for the application of P,O. up to crop removal is the minimum separation distance for the application of P,O. up to crop removal.

## SUPPLEMENTAL NUTRIENTS

Agribusinesses must make decisions for the selection of the most appropriate quantity of supplemental nutrients.

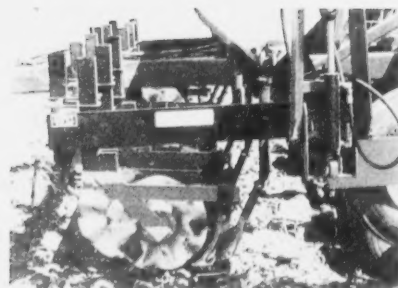
There are five key steps to determining the appropriate amounts:

1. Determine the crop requirements based on soil test results and provincial crop nutrient requirements.
2. Subtract nutrient contributions from previous legume crops and applied manures (see Box 10.1).

Supplemental nutrients requirements may be met by appropriate means like:

- direct application
- broadcast application
- subsoil application

It is important to ensure that the application of supplemental nutrients is done in a way that is appropriate for the crop and the soil type.



Place starter fertilizers close enough to the seed to be effective – and far enough to reduce the risk of salt damage. Banding 5 cm (2 in.) below and 5 cm (2 in.) away from the seed is recommended for corn.

## KNOW HOW MUCH YOU'RE APPLYING – CALIBRATE!

Often overlooked, calibrating your nutrient application equipment is an essential step in getting your crops the recommended levels of nutrients.

Spreader calibration works in combination with soil and manure testing and nutrient management planning to ensure proper application rates of manure and commercial fertilizers.

### CALIBRATING MANURE SPREADERS

Many farmers estimate how much manure is spread by counting the number of loads being applied to a field, based on the spreader capacity. Although this may seem to work well, it does not take into account the different densities of the manure or whether the spreader is being filled to meet the manufacturer's specifications.

The following table presents estimated densities of manure to convert volume of the spreader to weight of manure. A better alternative is to weigh a typical load of manure and use this measurement for your calculations.

### DENSITIES OF DIFFERENT TYPES OF MANURE

| TYPE OF MANURE     | WEIGHT PER CUBIC FOOT (LBS.) | WEIGHT PER BUSHEL (LBS.) |
|--------------------|------------------------------|--------------------------|
| Liquid             | 62.4                         | 80                       |
| Semi-solid         | 60                           | 76                       |
| Thick solid manure | 50                           | 64                       |
| Light solid manure | 35                           | 45                       |

Solid manure spreaders need to be calibrated to ensure that the proper weight – rather than volume – is applied.



## BEST MANAGEMENT PRACTICES

---

### Calibrating liquid manure spreaders

---



1. Set a series of straight-walled pails in the application path of a liquid manure spreader.



2. Measure depth of liquid in pails. Take an average.



3. See the table on page 27 to estimate application rate in gallons/acre.
- 

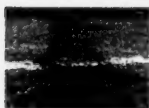
---

### Calibrating solid manure spreaders

---



1. Spread several plastic sheets (40 x 48 in.) within spread pattern of spreader.



2. Drive by the plastic sheets at normal speed.



3. Collect the sheets and weigh them. Note the average.



4. Use the table on page 27 to determine the application rate in tons/acre.
-

# BEST MANAGEMENT PRACTICES

## CALIBRATING MANURE SPREADERS

| SOLID MANURE                                            |                                 | LIQUID MANURE                             |                                    |
|---------------------------------------------------------|---------------------------------|-------------------------------------------|------------------------------------|
| Calibrations using a 48 x 48 in. sheet (opened feedbag) |                                 | Calibrations using a straight-walled pail |                                    |
| MANURE PER SHEET<br>(lbs.)                              | APPLICATION RATE<br>(tons/acre) | DEPTH OF MANURE IN PAIL<br>(in.)          | APPLICATION RATE<br>(imp.gal./ac.) |
| 1                                                       | 1.6                             | $\frac{1}{10}$                            | 2250                               |
| 2                                                       | 3.2                             | $\frac{1}{8}$                             | 2800                               |
| 3                                                       | 4.8                             | $\frac{1}{4}$                             | 5650                               |
| 4                                                       | 6.4                             | $\frac{3}{8}$                             | 8500                               |
| 5                                                       | 8.0                             | $\frac{1}{2}$                             | 11300                              |
| 7                                                       | 11.2                            | $\frac{3}{4}$                             | 14150                              |
| 10                                                      | 16                              | $\frac{3}{4}$                             | 17000                              |
| 15                                                      | 24                              | 1                                         | 22650                              |

New methods are being introduced to quickly and accurately determine what is being applied. An on-line flow-meter is available, which can instantly give you an application rate in gallons per hour. Work is underway to combine flow-meter information with application width and groundspeed information to give an instant gallons-per-acre readout.

For more detailed information, see OMAFRA Factsheet #97-003, *How to calibrate a liquid manure spreader*. This factsheet shows equations to calculate travel speed based on application rate required, width of application, and time it takes to empty a load.

## CALIBRATING MANURE SPREADERS

### SOLID MANURE

#### Calibrations using a 40 x 48 in. sheet (opened feedbag)

MANURE PER SHEET  
(lbs.)

APPLICATION RATE  
(tons/acre)

### LIQUID MANURE

#### Calibrations using a straight-walled pail

DEPTH OF MANURE IN PAIL  
(in.)

APPLICATION RATE  
(imp.gal./ac.)

|    |      |                |       |
|----|------|----------------|-------|
| 1  | 1.6  | $\frac{1}{10}$ | 2250  |
| 2  | 3.2  | $\frac{1}{8}$  | 2800  |
| 3  | 4.8  | $\frac{1}{4}$  | 5650  |
| 4  | 6.4  | $\frac{3}{8}$  | 8500  |
| 5  | 8.0  | $\frac{1}{2}$  | 11300 |
| 7  | 11.2 | $\frac{3}{4}$  | 14150 |
| 10 | 16   | $\frac{3}{4}$  | 17000 |
| 15 | 24   | 1              | 22650 |

New methods are being introduced to quickly and accurately determine what is being applied. An on-line flow-meter is available, which can instantly give you an application rate in gallons per hour. Work is underway to combine flow-meter information with application width and groundspeed information to give an instant gallons-per-acre readout.

For more detailed information, see OMAFRA Factsheet #97-003, *How to calibrate a liquid manure spreader*. This factsheet shows equations to calculate travel speed based on application rate required, width of application, and time it takes to empty a load.

## CALIBRATING NUTRIENT APPLICATORS (SPREADERS)

### DENSITIES OF COMMON FERTILIZERS

| dry<br>fertilizer | lbs./<br>ft. <sup>3</sup> | liquid<br>fertilizer | lbs./gal.<br>(imp.) |
|-------------------|---------------------------|----------------------|---------------------|
| 46-0-0            | 48                        | 6-24-6               | 13.33               |
| 34-0-0            | 62                        | 6-18-6               | 12.83               |
| 0-0-60            | 72                        | 9-18-9               | 13.23               |
| 11-52-0           | 68                        | 10-34-0              | 14.03               |
|                   |                           | 28-0-0               | 12.83               |

All nutrient application equipment needs to be checked regularly to assess uniformity of spread pattern and proper rates of application.

Calibrate by following the steps below.

#### 1. Measure a predetermined area to be covered.



(i.e., 1 acre:  $43560 \text{ ft.}^2 \div \text{width of application} = \text{length of field to be covered}$ )

#### 2. Assess uniformity of spread pattern.

##### Drills/Planters



Using bags or sprayer calibration bottles (for liquids), measure amount applied for each run.



Rate should be uniform across spreading width.

##### Broadcast Equipment



Using pans/sheets, measure fertilizer spread in each pan.



Direction of travel should be into the wind. Application when wind speed is greater than 8 km/hr. (5 mph) will affect uniformity of the spread pattern.

#### 3. Assess volume/rate per acre.

Alternate methods to calibrate rate without measuring uniformity

Combine volume from each run/ pan to determine total per acre/hectare.

##### ► method #1

- ▶ fill the equipment to a given level
- ▶ travel a predetermined distance
- ▶ determine volume of nutrients required to refill to a given level

##### ► method #2

- ▶ weigh equipment
- ▶ spread over a predetermined area
- ▶ reweigh equipment
- ▶ divide weight difference by area covered

#### 4. Adjust equipment as necessary.

# BEST MANAGEMENT PRACTICES

## CALIBRATING NUTRIENT APPLICATORS (SPREADERS)

### DENSITIES OF COMMON FERTILIZERS

| dry<br>fertilizer | lbs./<br>ft. <sup>3</sup> | liquid<br>fertilizer | lbs./gal.<br>(imp.) |
|-------------------|---------------------------|----------------------|---------------------|
| 46-0-0            | 48                        | 6-24-6               | 13.33               |
| 34-0-0            | 62                        | 6-18-6               | 12.83               |
| 0-0-60            | 72                        | 9-18-9               | 13.23               |
| 11-52-0           | 68                        | 10-34-0              | 14.03               |
|                   |                           | 28-0-0               | 12.83               |

All nutrient application equipment needs to be checked regularly to assess uniformity of spread pattern and proper rates of application.

Calibrate by following the steps below.

#### 1. Measure a predetermined area to be covered.



(i.e., 1 acre:  $43560 \text{ ft}^2 \div \text{width of application} = \text{length of field to be covered}$ )

#### 2. Assess uniformity of spread pattern.

##### Drills/Planters



Using bags or sprayer calibration bottles (for liquids), measure amount applied for each run.



Rate should be uniform across spreading width.

##### Broadcast Equipment



Using pans/sheets, measure fertilizer spread in each pan.



Direction of travel should be into the wind. Application when wind speed is greater than 8 km/hr. (5 mph) will affect uniformity of the spread pattern.

#### 3. Assess volume/rate per acre.

Alternate methods to calibrate rate without measuring uniformity

Combine volume from each run/ pan to determine total per acre/hectare.

##### ► method #1

- ▷ fill the equipment to a given level
- ▷ travel a predetermined distance
- ▷ determine volume of nutrients required to refill to a given level

##### ► method #2

- ▷ weigh equipment
- ▷ spread over a predetermined area
- ▷ reweigh equipment
- ▷ divide weight difference by area covered

#### 4. Adjust equipment as necessary.

Note: area covered is determined by multiplying the effective spreading width by the distance travelled.

## BEST MANAGEMENT PRACTICES

### APPLICATION

Best management practices for application can be summarized as follows:

- store and handle crop nutrients in a practical way to protect the environment and maintain nutrient levels for production
- apply what the crop needs when it needs it – reduce costs, reduce loss, and maintain growth
- implement sound soil and water management practices.

### MANURE STORAGE, HANDLING, AND APPLICATION

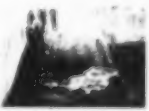
The following best management practices integrate the principles of:

- managing all liquids
- properly sizing storage (best management practice is at least 240 days)
- concern for neighbours.

### Temporary Storages

Temporary storages, such as covered, solid manure piles in fields, are acceptable as contingencies, when:

- there is an urgent need to relocate manure, and winter spreading would otherwise be the only alternative
- an existing livestock facility has limited storage capacity
- precautions to avoid leaching and runoff are taken – such as spreading straw on ground before unloading manure, and covering the pile with a tarp
- the manure from the temporary storage is properly applied as soon as there are favourable field conditions.

| MANURE SYSTEM                                                                                    | MOISTURE | FORM   | STORAGE TYPE                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|--------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| SWINE – liquid manure<br>DAIRY – minimal bedding,<br>high dilution with milking<br>centre wastes | >92%     | liquid | • tank – concrete or glass-lined steel<br><br>• earthen, no tractor access                            | Concrete tank<br><br>Earthen storage for liquid manure<br> |
| DAIRY – moderate bedding,<br>medium dilution                                                     | 88-92%   | liquid | • tank – concrete or glass-lined steel with optional tractor access                                   |                                                                                                                                                                                                                                  |
| DAIRY – high bedding,<br>no dilution                                                             | 88-92%   | liquid | • tank – concrete or glass-lined steel with optional tractor access                                   |                                                                                                                                                                                                                                  |
| BEEF – high bedding,<br>no dilution                                                              | <80%     | solid  | • solid pack, roofed, concrete storage with access<br><br>• concrete pad with separate runoff storage | Concrete pad with managed runoff<br>                                                                                                         |
| POULTRY – high bedding,<br>no dilution, air-dried                                                | <50%     | solid  | • solid pack, roofed, concrete storage with tractor access                                            | Roofed concrete storage for solid manure<br>                                                                                                |

For more information on manure storage, handling, and application practices, see the Best Management Practices booklet, *Livestock and Poultry Waste Management*.

Best management practices for manure application should be part of a manure management system that includes proper storage and handling, as well as a workable emergency contingency plan.

Proper application includes the following:

- ▶ crop needs
- ▶ field conditions
- ▶ weather
- ▶ neighbour concerns
- ▶ environmental monitoring.

## BEST MANAGEMENT PRACTICES

| MANURE SYSTEM                                                                                    | MOISTURE | FORM   | STORAGE TYPE                                                                                                                                                                                         |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|--------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| SWINE – liquid manure<br>DAIRY – minimal bedding,<br>high dilution with milking<br>centre wastes | >92%     | liquid | <ul style="list-style-type: none"> <li>• tank – concrete or glass-lined steel</li> <li>• earthen, no tractor access</li> </ul> <div>Concrete tank</div> <div>Earthen storage for liquid manure</div> |
| DAIRY – moderate bedding,<br>medium dilution                                                     | 88-92%   | liquid | <ul style="list-style-type: none"> <li>• tank – concrete or glass-lined steel with optional tractor access</li> </ul>                                                                                |
| DAIRY – high bedding,<br>no dilution                                                             | 88-92%   | liquid | <ul style="list-style-type: none"> <li>• tank – concrete or glass-lined steel with optional tractor access</li> </ul>                                                                                |
| BEEF – high bedding,<br>no dilution                                                              | <80%     | solid  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• solid pack, roofed, concrete storage with access</li> <li>• concrete pad with separate runoff</li> </ul> <div>Concrete pad with managed runoff</div>        |
| POULTRY – high bedding,<br>no dilution, air-dried                                                | <50%     | solid  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• solid pack, roofed, concrete storage with tractor access</li> </ul> <div>Roofed concrete storage for solid manure</div>                                     |

For more information on manure storage, handling, and application practices, see the **Best Management Practices** booklet, *Livestock and Poultry Waste Management*.

Best management practices for manure application should be part of a manure management system that includes proper storage and handling, as well as a workable emergency contingency plan.

Proper application includes the following:

- ▶ crop needs
- ▶ field conditions
- ▶ weather
- ▶ neighbour concerns
- ▶ environmental monitoring.

## BEST MANAGEMENT PRACTICES

### PLANNING YOUR APPLICATION

Test soil and manure and interpret crop needs accordingly.

Balance crop nutrient requirements with manure and commercial fertilizer applications.

Ensure that your application equipment matches the requirements of your nutrient management plan.

Calibrate all application equipment.

Pay attention to the weather forecast. Avoid applications during wet weather.

Develop a monitoring plan for manure application.

Schedule your manure applications with the following in mind:

- in spring, plan to apply before planting most valued crop
- in summer, plan to sidedress to growing row-crops on cereal stubble or between cuts of forages – to avoid crop damage, don't spread on crop foliage
- in fall, plan applications for winter cereals, summer-planted forages, or cover crops
- in winter, manure should be going into storage (see box below).

Notifying your neighbours of your intent to apply will ease concerns. This simple courtesy takes only a few moments.



Fall spreading will reduce N value in manure.



Diversify your crop rotation, and you'll gain more opportunities to apply manure throughout the growing season. This prevents overapplication to fields closest to the storage during the busier seasons.

### About winter spreading

Winter application should only be considered in the case of a full storage. (All recent livestock operations should have adequate storage.) There is a considerable risk of runoff with snowmelt, and no nutrient demand from crops at this time.

If you must spread in winter, remember to:

- avoid spreading manure onto frozen, bare (no crop cover) land
- don't spread manure immediately before it is likely to run off
  - e.g., if a period of mild temperatures, rainfall, or wet snow is forecast for the ensuing 48 hours, don't spread!
  - manure applied just prior to snowmelt has the greatest potential for runoff
- select level fields and keep away from watercourses
  - as a general guideline, double the distances in the tables on pages 22 and 23 when considering winter spreading.

## BEST MANAGEMENT PRACTICES

### APPLYING

There are some key considerations when applying.

Remember that odours are more intense and ammonia loss increases when it is hot and humid or windy.

Avoid wet soils and wet weather and you'll avoid nutrient loss, runoff, soil compaction and tile effluent. More precisely, avoid spreading manure if:

- ▶ ground is saturated, OR
- ▶ rainfall occurs shortly before application, OR
- ▶ heavy rains are forecast within 12-24 hours of spreading.

Avoid surface application on steeply sloping lands adjacent to watercourses, lakes, ponds and wetlands.

Have regard for neighbours' concerns when spreading near their homes.

If irrigating, don't spray too high above ground. This leads to drifting of fine droplets, which can cause odour and nuisance complaints.

To manage odour and maximize nutrient (N) value, incorporate manure within 24 hours following application.

Conduct drain inspections to assess manure losses. Monitor more frequently when tiles are running.

Monitor and be prepared to react to any spills.

### MONITORING

#### Check field tiles.

Look for discolouration of water coming out of tile drains immediately following, and several times after, manure application. Monitor as soon as you start applying. A tile observation point that is easily accessible is a must to help monitor water.

If contaminated water is moving through tile drains, cease application of manure.



Where suitable, pre-till tile-drained lands before applying liquid manure. This will break up large pores and reduce infiltration to tiles. Care and consideration must be given to soil conservation. Maintain as much residue cover as possible.

**Note:** Pre-tillage may not be necessary if a visual system for outlet monitoring exists AND if there has been no past evidence of tile drainage effluent.



When monitoring, look for changes in colour and presence of foam in tile outlet flow.

## BEST MANAGEMENT PRACTICES

### ENVIRONMENTAL CONSIDERATIONS

#### SURFACE WATER

Use best management practices for soil and water management to prevent excessive runoff. These practices include:

- cross-slope tillage and cropping
- contour strip-cropping
- residue management (e.g., reduced tillage and no-till cropping systems).

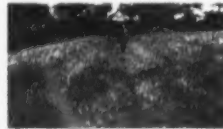
Manage concentrated flows of surface waters with erosion control structures on lands subject to erosion and runoff. Structures and practices are pictured below.



Grassed waterways



Water and sediment control basins



Diversion terraces



Residue management

For more information, see other titles in the Best Management Practices series: *Soil Management*, *Water Management*, *Field Crop Production*, and *Fish and Wildlife Habitat Management*.

#### GROUNDWATER

On soils shallow to bedrock (<1 metre) OR with high water tables (<1 metre from soil surface) at time of application:

- schedule to meet crop needs
- use lower rates
- pre-till to reduce excess percolation
- monitor carefully following application.

To avoid risk of bacterial contamination, keep the following separation distances:

- 15 metres (50 ft.) drilled wells with steel casing >30 metres (100 ft.) depth
- 30 metres (100 ft.) for all other wells.

Increase separation distances if the well depth is very shallow (<3 metres [10 ft.]) or if water test reveals unacceptable levels for nitrate or bacteria.



Contour strip cropping with corn and small grains alone can reduce erosion rates by 50% when compared to up-and-down slope farming.



Establish vegetative buffer strips along watercourses, around wetlands, and around surface water tile inlets.



Construct raised vegetated berms in combination with grassed filter strips. These will force concentrated flow (runoff) to move over a filter strip and enter the watercourse at an erosion-protected area – in this case, a rock drop structure.

## BEST MANAGEMENT PRACTICES

### BIOSOLIDS

If you choose to apply biosolids, please note:

- biosolids must be analyzed before a Certificate of Approval is granted
- for information, consult OMAFRA-MOEE's *Guidelines for the Utilization of Biosolids and Other Wastes on Agricultural Lands*.

### COMMERCIAL FERTILIZERS

Since none of the other nutrients in commercial fertilizers is generally considered to be a contaminant, the following best management practices focus on nitrogen (N) and phosphorus (P).

Apply phosphorus fertilizers according to recommendations.

Place phosphorus in the soil and band phosphorus where possible.

Avoid fertilizer burn by placing starter fertilizer at least 5 centimetres from seed, or use a lower rate of seed-placed fertilizer where recommended.

Apply nitrogen fertilizers when crops can use them early to mid-season.

Sidedress nitrogen between rows to avoid seedling root injury.

Use cover crops on soils with high nitrate levels in the fall.

Control soil erosion – see the Best Management Practices booklet, *Soil Management*.

Don't broadcast near water wells:

- establish a stewardship zone around all wells
  - ▷ 15 metres (50 ft.) drilled wells with steel casing >30 metres (100 ft.) depth
  - ▷ 30 metres (100 ft.) for all other wells.



Don't spread near watercourses.



Establish a "stewardship zone" around your well to reduce the risk of contamination by nutrients and bacteria.

## BEST MANAGEMENT PRACTICES

### EMERGENCIES

A contingency plan should include the following:

- a list of emergency telephone numbers
- a map showing surrounding dwellings and land uses
- a list of available emergency equipment and supplies and their locations
- a sketch of the farmstead and immediate surroundings, including emergency water supplies
- a sketch of the area surrounding the farm, indicating where surface and subsurface drainage water would flow
- specific plans outlining the action to be followed in the event of a manure or fertilizer spill.

For further information on contingency plans and a format that may be used in completing a plan, see Environmental Farm Plan, *Farm Contingency Plans*, May 1995.

See OMAFRA Factsheet, Agdex 730/768, *Ways to Avoid Manure Spills*.



All farmers should have a written contingency plan outlining steps to take in the event of a manure or fertilizer spill.

### WHEN A SPILL OCCURS



1. **Eliminate the source of the spill.** If the spill is from broken lines, turn off the pumping equipment and, if possible, plug tile outlets. Then plug leaks and reconnect broken lines.



2. **Contain the spill.** Construct earthen berms with a scraper blade or use bales of straw or sand bags to limit the spill.



3. **Contact your municipality and Ontario Ministry of the Environment immediately.**



4. **Clean up.** Take manure from the containment area and apply to land using proper application rates.

## BEST MANAGEMENT PRACTICES

### KEEP RECORDS

It's in your best interest to keep records. The results from the soil and manure tests, crop requirements, and application rates will change over time.

Record-keeping will help you plan, monitor soil test levels, and cut costs of adding unnecessary nutrients. This can also help you reduce pollution from nutrients. And, as is the case with applying pesticides, it pays to keep records. Good records may be your best assurance of due diligence!

As with farm planning and crop records, keep nutrient management planning records, by field, for the preceding six years. The records should include:

- soil tests
- manure (and other organic nutrient sources) analyses
- recommended rates and actual application rates
- date, time, and method of application
- weather and field conditions at time of application
- rainfall records
- crop yield
- any evidence of erosion, runoff, and tile effluent.

Proper records are evidence of your commitment to nutrient management planning.



## Acknowledgements

This publication was funded by the National Soil and Water Conservation Program, an initiative of Agriculture and Agri-Food Canada administered in Ontario by the Agricultural Adaptation Council.

Participating establishments include: Agriculture and Agri-Food Canada (AAFC), Ontario Farm Environmental Coalition (OPEC), Ontario Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs (OMAFRA), Ontario Ministry of the Environment (MOE), Rural Ontario Municipalities Association (ROMA), The Fertilizer Institute of Ontario (TFIO), Potash and Phosphate Institute of Canada (PPIC), and University of Guelph (UoG).

**Task Team:** Don Hilborn, Chair (OMAFRA); Chris Brown, Peter Johnson, Brent Kennedy, Keith Reid, Bob Stone, Ted Taylor (OMAFRA); Bob Beddgood (Christian Farmers' Federation of Ontario); Murray Blackie (MOE); Tom Bruulsema (PPIC); Tom Sawyer (TFIO); Michael Goss (UoG)

**Steering Committee:** Mike Hicknell (AAFC); Maxine Kingston (OMAFRA); Cecil Bradley (OFA)

**Project Leader:** Cecil Bradley (OFA)

**Technical Coordinators:** Brent Kennedy, Ted Taylor (OMAFRA)

**Editor:** Alison Lane

**Graphic Design:** Neglia Design

**Illustrator:** David Rouleau (OMAFRA)

**Photographers:** Chris Brown, Don Hilborn, Ted Taylor (OMAFRA); Andrew Graham (Ontario Soil and Crop Improvement Association); Dale Cowan (Agri-Food Laboratories); A&L Canada Laboratories East Inc.

**Cover Art:** Irene Shelton, courtesy of the Livestock Manure Pollution Prevention Project

## For More Information

### OMAFRA PUBLICATIONS

#### Booklets

*Agricultural Pollution Control Manual*, 1994  
*Guide to Agricultural Land Use*, 1995  
*Minimum Distance Separation I (MDS I)*, 1995  
*Minimum Distance Separation II (MDS II)*, 1995

- |        |                                                            |
|--------|------------------------------------------------------------|
| 13     | <i>Corn Production</i>                                     |
| 173    | <i>Soybean Production</i>                                  |
| 59     | <i>Alfalfa</i>                                             |
| 19     | <i>Pasture Production</i>                                  |
| 296    | <i>Field Crop Recommendations</i>                          |
| 360    | <i>Fruit Production Recommendations</i>                    |
| 363    | <i>Vegetable Production Recommendations</i>                |
| 298    | <i>Tobacco Production Recommendations</i>                  |
| 526    | <i>Growing Greenhouse Vegetables</i>                       |
| 383    | <i>Production Recommendations for Ornamentals and Turf</i> |
| 98/027 | <i>Nutrient Management Workbook for Manure</i>             |

#### Factsheets

- |         |                                                                                    |
|---------|------------------------------------------------------------------------------------|
| 111/542 | <i>Nitrogen Fertilizer Materials for Field Crops</i>                               |
| 111/570 | <i>Nitrogen Management in Conservation Tillage Systems for Corn</i>                |
| 530     | <i>An Introduction to Soil Fertility</i>                                           |
| 538     | <i>Manure Gases</i>                                                                |
| 538/743 | <i>Land Application of Liquid Manure in an Environmentally Responsible Manner</i>  |
| 540     | <i>Fertilizer Management in Conservation Tillage Systems: Phosphate and Potash</i> |
| 540     | <i>Chemical and Organic Fertilizers</i>                                            |
| 542     | <i>Safe Placement of Fertilizers</i>                                               |
| 700     | <i>Disposal of Farm Wastes that Cannot be Composted</i>                            |
| 711     | <i>Planning the Livestock Farmstead for Expansion</i>                              |

- |         |                                                                                         |
|---------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
| 721     | <i>Storage of Liquid Manure</i>                                                         |
| 725     | <i>Planning a Manure System</i>                                                         |
| 725/400 | <i>Composting Livestock Mortalities</i>                                                 |
| 734/530 | <i>How to Calibrate your Liquid Manure Spreader</i>                                     |
| 743/530 | <i>10 Steps to Complete a Nutrient Management Plan for Livestock and Poultry Manure</i> |
| 743/530 | <i>Options for Farms That Produce More Manure Than Their Landbase Can Handle</i>        |

### BEST MANAGEMENT PRACTICES SERIES

*Field Crop Production*  
*Horticultural Crops*  
*Livestock and Poultry Waste Management*  
*No-Till*  
*Nutrient Management*  
*Soil Management*  
*Water Management*

### ONTARIO FARM ENVIRONMENTAL COALITION

*Nutrient Management Planning Strategy*

### LIVESTOCK MANURE POLLUTION PREVENTION PROJECT®

*Manure: Farming and Healthy Fish Habitat* (Sept. 1997, April 1998)  
*Manure Spills in Ontario, Actual Case Files* (Sept. 1998)

\*available through the Upper Thames Regional Conservation Authority

### DISCLAIMER:

This publication reflects the opinions of the contributing writers and/or editors, and is based on information available as of the publication date. It may not reflect the programs and policies of the supporting agencies. References to particular products should not be regarded as an endorsement.

ISBN 0-7778-8098-8

Printed 1998

# PRATIQUES DE GESTION OPTIMALES

## Planification de la gestion des éléments nutritifs



### **AVERTISSEMENT**

Certains des renseignements figurant dans cette publication ne sont pas conformes aux exigences fixées par le règlement général pris en application de la *Loi de 2002 sur la gestion des éléments nutritifs (LGEN)* de l'Ontario (Règl. de l'Ont. 267/03). Le ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation de l'Ontario a imprimé un tableau de divergences qui indique les renseignements périmés et les modifications en renvoyant aux articles applicables du règlement général. Cette publication contient des renseignements utiles sur les pratiques de gestion des éléments nutritifs, mais il faut la lire en conjonction avec la *LGEN*, le règlement et les protocoles mentionnés dans celui-ci.

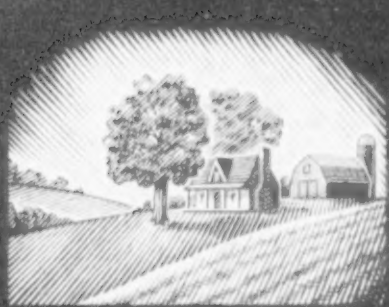
0121010AF110



Agriculture et  
Agro-alimentaire Canada



Ministère de l'Agriculture,  
de l'Alimentation et des Affaires rurales



## Que sont les pratiques de gestion optimales (PGO)?

- Des méthodes pratiques et abordables pour conserver le sol, l'eau et les autres richesses naturelles des régions rurales
- Elles peuvent également être des techniques utilisées pour augmenter la production agricole sans sacrifier les ressources en sol et en eau

## Qui établit les pratiques de gestion optimales ?

- Une équipe d'agriculteurs, de chercheurs, de gestionnaires des richesses naturelles, de vulgarisateurs et de négociants agricoles

## En quoi consiste la série « Pratiques de gestion optimales » ?

- Elle comprend des fascicules innovateurs et primés de 36 à 150 pages en couleurs parfois accompagnés de vidéos et de diapositives.
- Chaque fascicule propose une gamme de circonstances et d'options concernant des préoccupations environnementales particulières; à l'aide des renseignements qu'ils renferment, vous pouvez déterminer ce qui convient à votre propriété.

- Voici la liste de ces fascicules :

*Cultures horticoles*

*Entreposage, manutention et application des pesticides*

*Gestion de l'agroforesterie et de l'habitat*

*Gestion de l'eau*

*Gestion de l'habitat du poisson et de la faune*

*Gestion de l'irrigation*

*Gestion des éléments nutritifs*

*Gestion des fumiers*

*Gestion du sol*

*Gestion intégrée des ennemis des cultures*

*Grandes cultures*

*Les puits*

*Planification de la gestion des éléments nutritifs*

*Semis direct : les secrets de la réussite*

## Comment puis-je en obtenir un exemplaire ?

- Vous pouvez vous procurer un exemplaire de chaque fascicule au bureau du ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales de l'Ontario de votre région. Certains d'entre eux peuvent être disponibles dans les offices de protection de la nature et dans les bureaux de district du ministère des Richesses naturelles de l'Ontario
- Pour commander par lot ou commander un ensemble complet des fascicules et des documents connexes, communiquez avec la Fédération de l'agriculture de l'Ontario, aux soins du Directeur, PGO, 40, av. Eglinton Est, 5<sup>e</sup> étage, Toronto (Ontario) M4P 3B1; téléphone : (416) 485-3333; télécopieur : (416) 485-9027.

Le prix varie selon le fascicule et la quantité commandée.



# Table des matières

|    |                                                                             |    |                                                                             |
|----|-----------------------------------------------------------------------------|----|-----------------------------------------------------------------------------|
| 1  | <b>INTRODUCTION</b>                                                         | 17 | <b>Quelles sont les mesures à prendre?</b>                                  |
| 1  | <b>La planification des éléments nutritifs : logique!</b>                   | 18 | ► Interprétation des résultats de l'analyse du sol                          |
| 3  | <b>Comment ce livre peut-il vous aider à élaborer un plan?</b>              | 18 | ► Interprétation des résultats de l'analyse du fumier                       |
| 4  | <b>PRINCIPES</b>                                                            | 20 | ► Évaluation de la dose maximum de fumier                                   |
| 4  | <b>Les éléments nutritifs dans l'environnement</b>                          | 21 | ► Évaluation de la distance de séparation minimum pour l'épandage de fumier |
| 5  | <b>Sources des éléments nutritifs</b>                                       | 24 | ► Éléments nutritifs supplémentaires                                        |
| 6  | ► Engrais commerciaux                                                       | 25 | <b>Quelle quantité d'éléments nutritifs doit-on épandre? (Réglage)</b>      |
| 7  | ► Fumier                                                                    | 25 | ► Réglage des épandeurs de fumier                                           |
| 8  | ► Biosolides                                                                | 28 | ► Réglage des épandeurs d'éléments nutritifs                                |
| 8  | <b>Entreposage et manutention du fumier</b>                                 | 29 | <b>Épandage</b>                                                             |
| 10 | <b>Qualité du sol</b>                                                       | 29 | ► Entreposage, manutention et épandage du fumier                            |
| 11 | <b>PRATIQUES DE GESTION OPTIMALES</b>                                       | 32 | <b>Surveillance</b>                                                         |
| 11 | <b>Caractéristiques de l'endroit et sort des éléments nutritifs épandus</b> | 33 | ► Facteurs environnementaux importants                                      |
| 11 | ► État du sol                                                               | 34 | ► Biosolides                                                                |
| 13 | <b>Quelle est la situation?</b>                                             | 34 | ► Engrais commerciaux                                                       |
| 13 | ► Faites analyser le sol                                                    | 35 | <b>Situations d'urgence</b>                                                 |
| 15 | ► Faites analyser le fumier                                                 | 35 | ► En cas de déversement                                                     |
|    |                                                                             | 36 | <b>Tenez des dossiers</b>                                                   |

## *À propos des mesures...*

Dans cet ouvrage, la mesure impériale approximative suit, entre parenthèses, la plupart des mesures métriques. De temps à autre, selon l'usage ou la pertinence, seule la mesure métrique ou impériale apparaît.



# INTRODUCTION

## LA PLANIFICATION DES ÉLÉMENTS NUTRITIFS : LOGIQUE!

Il existe trois raisons d'élaborer un plan de gestion des éléments nutritifs. Un plan bien fait peut vous aider:

- à obtenir des rendements de culture et une qualité de produit optimaux
- à gérer les coûts des facteurs de production
- à protéger le sol et les ressources en eau.

### Rendement et qualité de produit optimaux

L'utilisation sensée des éléments nutritifs est essentielle à la croissance, au rendement et à la qualité de produit attendue. Les cultures poussent bien seulement si elles obtiennent les bonnes quantités d'éléments nutritifs au moment adéquat. Par exemple, la croissance et le rendement de la plupart des cultures sont limités en cas de carence d'azote; d'autre part, une carence de calcium entraîne des problèmes quant à la qualité des produits, comme la pourriture de l'extrémité apicale des tomates ou l'amertume des pépins de pomme et de poire.

Le sol peut fournir une partie des éléments nutritifs dont les cultures ont besoin, mais il faut souvent en ajouter à l'aide d'engrais commerciaux, de fumier et d'autres sources biologiques.

### Gestion des coûts des facteurs de production

Les éléments nutritifs, qu'ils proviennent des engrais ou d'autres matériaux, constituent un facteur de production essentiel ainsi qu'un coût important production végétale. En Ontario, les engrais commerciaux et la chaux épandus sur les terres agricoles coûtent près de 360 millions de dollars aux agriculteurs chaque année. Le fumier de bétail et de volaille de la province est également une source précieuse des éléments nutritifs nécessaires pour produire nos cultures.

Le tableau de la page suivante donnera la valeur fertilisante et la valeur monétaire du fumier.

### Protection du sol et des ressources en eau

Les éléments nutritifs agricoles peuvent devenir une préoccupation sociale lorsqu'ils sont mal entreposés, manipulés ou épandus.

Les agriculteurs peuvent, sans le savoir, utiliser trop d'éléments nutritifs par rapport aux taux recommandés. Par exemple, certains producteurs peuvent épandre des engrais commerciaux sans tenir compte de la valeur fertilisante du fumier. Cela peut nuire à la production végétale, entraîner de frais supplémentaires et menacer la qualité du sol et de l'eau. De même, l'épandage insuffisant d'éléments nutritifs peut sacrifier le rendement, la qualité et les profits.



Le succès de la production végétale dépend de la gestion adéquate des éléments nutritifs.

En Ontario, l'agriculture est une industrie de 6,8 milliards de dollars par an; l'industrie de l'élevage représente environ 3,7 milliards de dollars.

## INTRODUCTION

## VALEUR FERTILISANTE DES DIVERS TYPES DE FUMIER\*

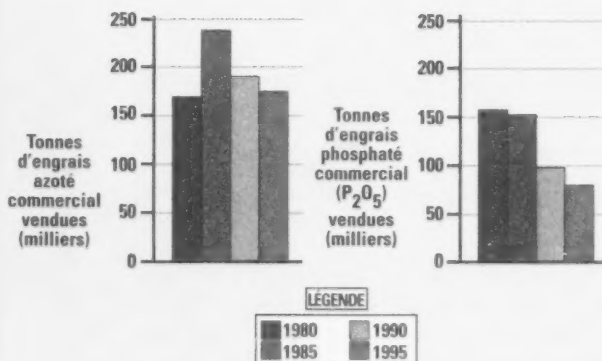
| TYPE DE FUMIER                 | AZOTE             | PHOSPHATE         | POTASSE           | VALEUR TOTALE       |
|--------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|---------------------|
| LISIER, BOVINS LAITIERS        | 14 lb./1 000 gal. | 7 lb./1 000 gal.  | 30 lb./1 000 gal. | 11,66 \$/1 000 gal. |
| LISIER, PORC                   | 24 lb./1 000 gal. | 11 lb./1 000 gal. | 20 lb./1 000 gal. | 14,64 \$/1 000 gal. |
| LISIER, VOLAILLE               | 51 lb./1 000 gal. | 25 lb./1 000 gal. | 34 lb./1 000 gal. | 30,27 \$/1 000 gal. |
| FUMIER SOLIDE, BOVINS LAITIERS | 3 lb./tonne       | 3 lb./tonne       | 11 lb./tonne      | 3,71 \$/tonne       |
| FUMIER SOLIDE, VOLAILLE        | 18 lb./tonne      | 10 lb./tonne      | 25 lb./tonne      | 15,70 \$/tonne      |

\*Les valeurs sont basées sur les suppositions suivantes :

- incorporation dans les 24 heures et au printemps
- tous les éléments nutritifs sont requis par les cultures de l'année en cours ou de l'année suivante
- l'azote coûte 0,33 \$/lb, le phosphate 0,32 \$/lb., la potasse 0,16 \$/lb.
- 40 p. 100 du phosphore est disponible.

Les valeurs de la matière organique du fumier et des éléments nutritifs disponibles seulement à long terme (plus d'un an) ne sont pas comprises dans ce tableau.

## ENGRAIS COMMERCIAUX VENDUS EN ONTARIO



Les producteurs ontariens utilisent de moins en moins d'engrais commerciaux. En 1995, les ventes totales d'engrais commerciaux se sont chiffrées à moins de 70 p. 100 de celles de 1980. L'utilisation d'engrais phosphaté a diminué de plus de 50 p. 100 au cours de la même période.

# INTRODUCTION

## COMMENT CE LIVRE PEUT-IL VOUS AIDER À ÉLABORER UN PLAN?

La planification de la gestion des éléments nutritifs consiste à tâcher de soigneusement répondre aux besoins des cultures en matière d'éléments nutritifs à l'aide de pratiques de gestion rentables et respectueuses de l'environnement. Pour élaborer un plan, il faut :

- comprendre les principes de la gestion des éléments nutritifs
- connaître le sol et le profil du terrain
- connaître la fertilité du sol
- savoir ce qu'il faut épandre
- régler l'équipement d'épandage afin de savoir quelle quantité de produit on épand
- appliquer les pratiques de gestion optimales quant à l'épandage des éléments nutritifs
- adopter les pratiques de gestion optimales liées à la gestion du sol et à la conservation du sol et de l'eau
- appliquer les pratiques de gestion optimales pour la surveillance et les situations d'urgence.

Ce livre vous aidera à rassembler les éléments qui permettent d'élaborer un plan efficace.

Pour obtenir des renseignements plus détaillés sur l'élaboration d'un plan efficace de gestion des éléments nutritifs, consultez les documents suivants :

- *Stratégie de planification de la gestion des éléments nutritifs* de l'Ontario Farm Environmental Coalition
- Livres suivants de la série *Pratiques de gestion optimales* : *Gestion des fumiers*, *Gestion des éléments nutritifs*, *Gestion du sol*, *Grandes cultures*, *Cultures horticoles* et *La gestion de l'eau*
- Publication 98-027 du MAAARO intitulée *Guide de gestion des éléments fertilisants du fumier*
- Publication 611 du MAAARO intitulée *Soil Fertility Handbook*.

L'Ontario Farm Environmental Coalition et ses partenaires appuient :

- les avantages pour les agriculteurs qui élaborent un plan de gestion des éléments nutritifs
- l'utilisation stratégique des éléments nutritifs agricoles
- l'adoption de pratiques de gestion du sol, de l'eau et des éléments nutritifs et
- l'acceptation de la planification de la gestion des éléments nutritifs par tous les membres des municipalités rurales.



## VALEUR FERTILISANTE DES DIVERS TYPES DE FUMIER\*

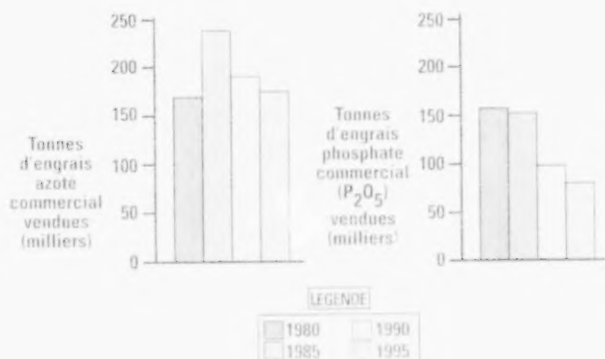
| TYPE DE FUMIER                 | AZOTE             | PHOSPHATE         | POTASSE           | VALEUR TOTALE       |
|--------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|---------------------|
| LISIER, BOVINS LAITIERS        | 14 lb./1 000 gal. | 7 lb./1 000 gal.  | 36 lb./1 000 gal. | 11,06 \$/1 000 gal. |
| LISIER, PORC                   | 24 lb./1 000 gal. | 11 lb./1 000 gal. | 20 lb./1 000 gal. | 14,64 \$/1 000 gal. |
| LISIER, VOLAILLE               | 51 lb./1 000 gal. | 25 lb./1 000 gal. | 34 lb./1 000 gal. | 30,27 \$/1 000 gal. |
| FUMIER SOLIDE, BOVINS LAITIERS | 3 lb./tonne       | 3 lb./tonne       | 11 lb./tonne      | 3,71 \$/tonne       |
| FUMIER SOLIDE, VOLAILLE        | 18 lb./tonne      | 18 lb./tonne      | 25 lb./tonne      | 16,70 \$/tonne      |

\* Les valeurs sont basées sur les suppositions suivantes :

- incorporation dans les 24 heures et au printemps;
- tous les éléments nutritifs sont repris par les cultures de l'année en cours ou de l'année suivante;
- l'azote coûte 0,33 \$/lb, le phosphate 0,32 \$/lb, la potasse 0,16 \$/lb;
- 30 p. 100 du phosphate est disponible.

Les valeurs de la matière organique du fumier et des éléments nutritifs disponibles seulement à long terme (plus d'un an) ne sont pas comprises dans ce tableau.

## ENGRAIS COMMERCIAUX VENDUS EN ONTARIO



Les producteurs ontariens utilisent de moins en moins d'engrais commerciaux. En 1995, les ventes totales d'engrais commerciaux se sont chiffrées à moins de 70 p. 100 de celles de 1980. L'utilisation d'engrais phosphate a diminué de plus de 50 p. 100 au cours de la même période.

## COMMENT CE LIVRE PEUT-IL VOUS AIDER À ÉLABORER UN PLAN?

La planification de la gestion des éléments nutritifs consiste à tenter de soigneusement répondre aux besoins des cultures en matière d'éléments nutritifs à l'aide de pratiques de gestion rentables et respectueuses de l'environnement. Pour élaborer un plan, il faut :

- comprendre les principes de la gestion des éléments nutritifs
- connaître le sol et le profil du terrain
- connaître la fertilité du sol
- savoir ce qu'il faut épandre
- régler l'équipement d'épandage afin de savoir quelle quantité de produit on épand
- appliquer les pratiques de gestion optimales quant à l'épandage des éléments nutritifs
- adopter les pratiques de gestion optimales liées à la gestion du sol et à la conservation du sol et de l'eau
- appliquer les pratiques de gestion optimales pour la surveillance et les situations d'urgence

Ce livre vous aidera à rassembler les éléments qui permettent d'élaborer un plan efficace.

Pour obtenir des renseignements plus détaillés sur l'élaboration d'un plan efficace de gestion des éléments nutritifs, consultez les documents suivants :

- *Stratégie de planification de la gestion des éléments nutritifs* de l'Ontario Farm Environmental Coalition
- Livres suivants de la série *Pratiques de gestion optimales* : *Gestion des fumiers*, *Gestion des éléments nutritifs*, *Gestion du sol*, *Grandes cultures*, *Cultures horticoles et la gestion de l'eau*
- Publication 98-027 du MAAARO intitulée *Guide de gestion des éléments fertilisants du fumier*
- Publication 611 du MAAARO intitulée *Soil Fertility Handbook*

L'Ontario Farm Environmental Coalition et ses partenaires appuient :

- les avantages pour les agriculteurs qui élaborent un plan de gestion des éléments nutritifs
- l'utilisation stratégique des éléments nutritifs agricoles
- l'adoption de pratiques de gestion du sol, de l'eau et des éléments nutritifs et
- l'acceptation de la planification de la gestion des éléments nutritifs par tous les membres des municipalités rurales.



## PRINCIPES

|           |   |   |
|-----------|---|---|
| Azote     | = | N |
| Phosphore | = | P |
| Potassium | = | K |

### LES ÉLÉMENTS NUTRITIFS DANS L'ENVIRONNEMENT

Les éléments nutritifs peuvent polluer l'eau. De fortes concentrations d'azote (N) peuvent nuire à la santé des humains et du bétail, tandis que la surabondance de phosphore (P) dans l'eau peut diminuer la qualité de l'eau de surface et de l'habitat du poisson et de la faune. Cependant, les cultures utilisent la plupart des éléments nutritifs et il faut faire tout ce qui est possible afin de garantir que ces ressources demeurent dans le sol dans lequel poussent les cultures.

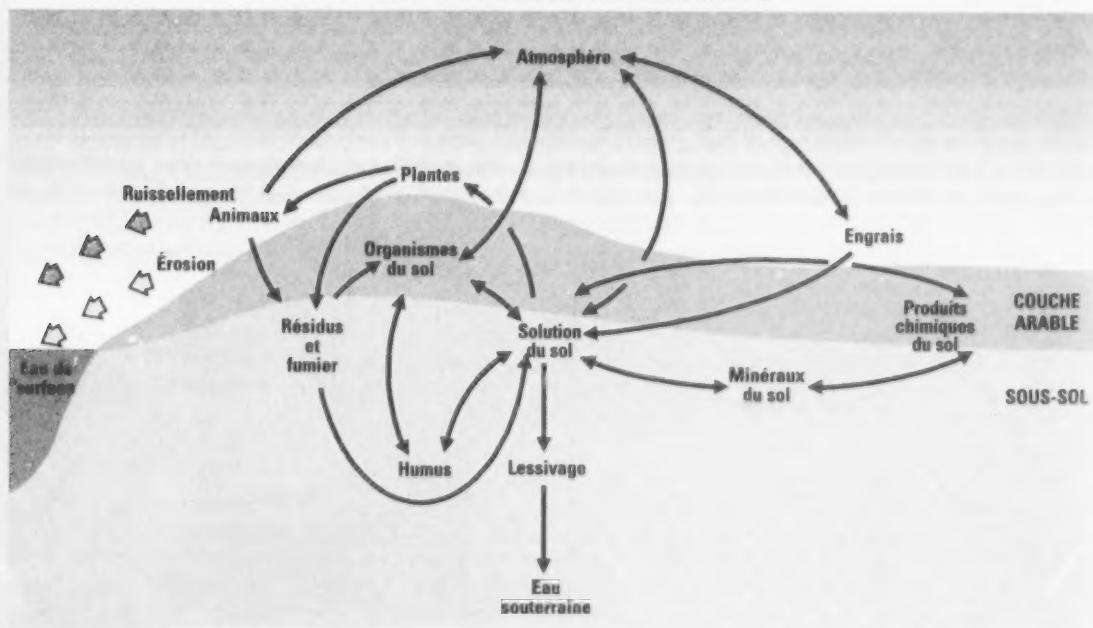
Si la quantité de nitrate (azote) dépasse les besoins des cultures ou si le nitrate est diffusé à un moment où les cultures ne peuvent pas l'absorber, il peut s'infiltrer dans l'eau souterraine. La surabondance de nitrate dans l'eau potable constitue un problème. Les objectifs quant à la qualité de l'eau potable en Ontario limitent le taux acceptable d'azote des nitrates à 10 mg/l.

Le phosphore devient un problème s'il pénètre dans l'eau de surface. Le phosphore limite la croissance des plantes et des algues dans la plupart des rivières et des lacs; si on en ajoute dans l'eau, les plantes aquatiques connaissent une croissance excessive, ce qui cause un manque d'oxygène.

Les sols à forte teneur de phosphore, érodables et situés près des cours d'eau sont plus susceptibles de contribuer à la contamination de l'eau de surface. Le phosphore se lie étroitement aux particules du sol et, en général, le lessivage de phosphore dans l'eau souterraine n'est pas un problème en Ontario.

Au cours des 15 dernières années, les améliorations à la gestion du sol apportées par les agriculteurs de l'Ontario ont permis de diminuer la contamination des Grands Lacs par le phosphore.

### CYCLES DES ÉLÉMENTS NUTRITIFS



Les éléments nutritifs prennent constamment une nouvelle forme dans le sol. Lors de réactions chimiques et de processus biologiques, les éléments nutritifs sont utilisés par les plantes, reviennent dans le sol ou en sont extraits, sont perdus par le sol ou transformés en formes non disponibles.

## PRINCIPES

### SOURCES DES ÉLÉMENTS NUTRITIFS

Certains éléments nutritifs absorbés par les plantes viennent du sol même. Cependant, le taux de certains éléments nutritifs dans le sol ne suffit pas à permettre une croissance optimale.

Les éléments nutritifs ajoutés au sol sont sous forme **inorganique** ou **organique**.

Il existe de nombreux types des deux formes, chacun ayant ses propriétés particulières ainsi que ses avantages et ses inconvénients quant au coût, à l'aspect pratique, à la sécurité et à la protection de l'environnement. En voici une liste partielle :

- le fumier de votre exploitation
- les éléments nutritifs de l'engrais vert de légumineuses
- l'azote résiduel des épandages précédents de fumier et de biosolides
- le fumier d'autres exploitations
- les engrais commerciaux
- les biosolides, comme les boues d'épuration.

En élaborant votre plan de gestion des éléments nutritifs, tenez compte des éléments nutritifs qui sont le plus facilement disponibles pour vos activités.



Une règle importante dans le choix des éléments nutritifs est d'utiliser d'abord ceux qui se trouvent déjà dans votre exploitation, comme le fumier et l'engrais vert.

Une exploitation d'élevage doit utiliser les éléments nutritifs provenant du fumier. Les sources externes d'éléments nutritifs, comme les engrais commerciaux et les biosolides, doivent fournir les éléments nutritifs qui ne se trouvent pas dans le fumier. On doit reconnaître les avantages de l'utilisation d'une certaine quantité d'engrais commercial afin qu'il y ait une source constante, équilibrée et fiable d'éléments nutritifs; par exemple, un engrais de démarrage et un engrais commercial pour l'épandage en bandes pour fournir de l'azote au maïs.



L'ammoniac anhydre est l'un des engrais azotés commerciaux les moins chers.

## PRINCIPES

|           |   |   |
|-----------|---|---|
| Azote     | = | N |
| Phosphore | = | P |
| Potassium | = | K |

### LES ÉLÉMENTS NUTRITIFS DANS L'ENVIRONNEMENT

Les éléments nutritifs peuvent polluer l'eau. De fortes concentrations d'azote (N) peuvent nuire à la santé des humains et du bétail, tandis que la surabondance de phosphore (P) dans l'eau peut diminuer la qualité de l'eau de surface et de l'habitat du poisson et de la faune. Cependant, les cultures utilisent la plupart des éléments nutritifs (il faut faire tout ce qui est possible afin de garantir que ces ressources demeurent dans le sol dans lequel poussent les cultures).

Si la quantité de nutriments dépasse les besoins des cultures, un surplus nutritif est diffusé à un moment où les cultures ne peuvent pas l'absorber. Il peut s'accumuler dans l'eau souterraine. La surabondance de nutriments dans l'eau potable constitue un problème. Les normes quant à la quantité d'eau potable en Ontario limitent le taux acceptable d'azote des rivières à 10 mg/l.

La phosporine devient un problème s'il pénètre dans l'eau de surface. Le phosphore favorise la croissance des plantes et des algues dans la plupart des rivières et des lacs, ce qui est ajouté dans l'eau, les plantes aquatiques commencent une croissance excessive, ce qui cause un manque d'oxygène.

Les sols à forte teneur de phosphore, erodibles et situés près des cours d'eau, sont plus susceptibles de contribuer à la contamination de l'eau de surface. Le phosphore se lie couramment aux particules du sol et, en général, le lessivage de phosphore dans l'eau souterraine n'est pas un problème en Ontario.

### CYCLES DES ÉLÉMENTS NUTRITIFS



Les éléments nutritifs prennent constamment une nouvelle forme dans le sol. Lors de réactions chimiques et de processus biologiques, les éléments nutritifs sont utilisés par les plantes, reviennent dans le sol ou en sont extraits, sont perdus par le sol ou transformés en formes non disponibles.



Au cours des 15 dernières années, les améliorations à la gestion du sol apportées par les agriculteurs de l'Ontario ont permis de diminuer la contamination des Grands Lacs par le phosphore.

## SOURCES DES ÉLÉMENTS NUTRITIFS

Certains éléments nutritifs absorbés par les plantes viennent du sol même. Cependant, le taux de certains éléments nutritifs dans le sol ne suffit pas à permettre une croissance optimale.

Les éléments nutritifs ajoutés au sol sont sous forme **inorganique** ou **organique**.

Il existe de nombreux types des deux formes, chacun ayant ses propres particularités ainsi que ses avantages et ses inconvénients quant au coût, à l'aspect pratique, à la sécurité et à la protection de l'environnement. En voici une liste partielle :

- le fumier de votre exploitation
- les éléments nutritifs de l'engrais vert de légumineuses
- l'azote résiduel des épandages précédents de fumier et de biosolides
- le fumier d'autres exploitations
- les engrais commerciaux
- les biosolides, comme les boues d'épuration

En élaborant votre plan de gestion des éléments nutritifs, tenez compte des éléments nutritifs qui sont le plus facilement disponibles pour vos activités.



Une règle importante dans le choix des éléments nutritifs est d'utiliser d'abord ceux qui se trouvent déjà dans votre exploitation, comme le fumier et l'engrais vert.

Une exploitation d'élevage doit utiliser les éléments nutritifs provenant du fumier. Les sources externes d'éléments nutritifs, comme les engrais commerciaux et les biosolides, doivent fournir les éléments nutritifs qui ne se trouvent pas dans le fumier. On doit reconnaître les avantages de l'utilisation d'une certaine quantité d'engrais commercial afin qu'il y ait une source constante, équilibrée et fiable d'éléments nutritifs; par exemple, un engrais de démarrage et un engrais commercial pour l'épandage en bandes pour fournir de l'azote au maïs.



L'ammoniac anhydre est l'un des engrais azotés commerciaux les moins chers.

## PRINCIPES

### ENGRAIS COMMERCIAUX

Les engrais commerciaux sont l'une des principales sources d'éléments nutritifs pour les cultures. Ils présentent certaines possibilités et certains défis :

#### POSSIBILITÉS

- les concentrations d'éléments nutritifs sont connues et constantes
- les éléments nutritifs sont disponibles très rapidement
- ils peuvent être mélangés pour répondre aux besoins des cultures
- ils permettent un épandage précis et opportun
- ils sont pratiques

#### DÉFIS

- ils doivent être achetés hors de l'exploitation
- ils n'ajoutent pas de matière organique au sol



Les engrais commerciaux entraînent des coûts importants dans la production végétale. Cependant, on peut les mélanger afin de répondre aux besoins des cultures; les éléments nutritifs sont donc sous une forme facilement disponible pour les cultures.

#### $P_2O_5$ et $K_2O$

Les engrais phosphatés et potassiques sont vendus selon leurs oxydes,  $P_2O_5$  et  $K_2O$ . Cela peut porter à confusion, car on distingue les aliments, les fumiers et les biosolides selon leur teneur de phosphore (P) et de potassium (K). La conversion de l'un à l'autre se fait par un calcul simple mais important.

$$P = 0,43 \times P_2O_5$$

$$K = 0,83 \times K_2O$$

Par exemple, le phosphate monoacide d'ammonium contient 46 p. 100 de  $P_2O_5$ , ce qui équivaut à 20 p. 100 de phosphore ( $46 \text{ p. 100} \times 0,43$ ). Le chlorure de potassium peut contenir 62 p. 100 de  $K_2O$ , ce qui équivaut à 51 p. 100 de potassium ( $62 \text{ p. 100} \times 0,83$ ).

À titre d'engrais commercial, l'**azote** sous forme d'ammoniac ( $NH_3$ ) est fabriqué en extrayant l'azote gazeux de l'atmosphère et l'hydrogène du gaz naturel. Le produit initial est l'**ammoniac anhydre** (82 p. 100 d'azote). Tous les autres produits courants azotés sont ensuite fabriqués à partir de l'ammoniac. Les formes le plus souvent utilisées sont l'urée (46 p. 100) et la solution de nitrate d'ammonium et d'urée (28 p. 100).

Les engrais **phosphatés** courants sont fabriqués en traitant le phosphate naturel avec divers acides afin que les phosphates soient disponibles pour la croissance des plantes. On ajoute souvent de l'azote au processus pour obtenir un produit qui contient de l'azote et du phosphore, comme du phosphate d'ammonium diacide et du phosphate d'ammonium monoacide.

On obtient les engrais **potassiques** en broyant du chlorure de potassium puis en lavant le produit pour enlever les autres sels.



Les engrais commerciaux doivent être rangés dans un entrepôt à plancher en béton verni.

## PRINCIPES

### FUMIER

Le fumier fournit les mêmes éléments nutritifs pour la production végétale que les engrais commerciaux. L'un des principaux défis du fumier, cependant, est qu'on ne peut pas modifier la proportion d'éléments nutritifs afin qu'elle réponde aux besoins des cultures. Il faut utiliser le fumier tel quel. Certaines formes de fumier, comme le fumier de volaille solide, sont assez concentrées comparativement au lisier des bovins laitiers, qui est dilué.

#### POSSIBILITÉS

- contient de nombreux éléments nutritifs requis
- fournit des éléments nutritifs plusieurs années après l'épandage
- fournit de la matière organique au sol, ce qui améliore son état
- peut être disponible dans l'exploitation

#### DÉFIS

- la teneur d'éléments nutritifs est variable et assez faible
- la proportion d'éléments nutritifs ne correspond pas toujours aux besoins de la culture
- les odeurs
- une mauvaise gestion peut entraîner la contamination de l'eau
- l'épandage inopportun peut causer le compactage du sol

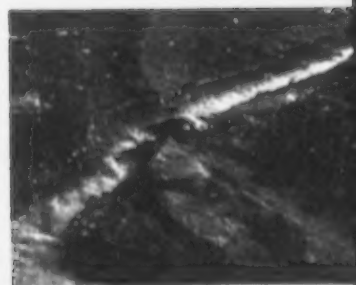
L'**azote** du fumier se trouve sous forme d'ammonium et sous forme organique. La proportion de chacune dépend du type de fumier et de la quantité et du type de litière ajoutée.

L'azote d'ammonium peut être nécaste pour les poissons en cas de ruissellement du fumier dans l'eau de surface.

L'azote organique du fumier est tôt ou tard transformé en ammonium par action microbienne, puis en **nitrate** ( $\text{NO}_3$ ). Finalement, la majeure partie de cet azote peut être absorbée par les plantes sous forme d'ammonium ou de nitrate.

Le **phosphore** se trouve sous forme organique et inorganique dans la partie solide du fumier. La disponibilité du phosphore du fumier pour les cultures est très différente de celle du phosphore de l'engrais, surtout en raison du placement. (L'engrais phosphaté être placé plus près des racines de la culture sur pied.) L'année de l'épandage, 40 p. 100 seulement du phosphore du fumier est disponible comparativement à celui de l'engrais. Autrement dit, 100 livres de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> provenant du fumier équivalent à 40 livres de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> provenant de l'engrais.

Lorsqu'on examine les changements à long terme quant au phosphore disponible dans le sol (concentration de phosphore dans le sol), le phosphore du fumier n'est pas tellement différent de celui de l'engrais. Des recherches effectuées hors de l'Ontario ont montré que, en ce qui concerne l'augmentation de la concentration de phosphore dans le sol, l'efficacité du phosphore du fumier équivalait à au moins 80 p. 100 de celle du phosphore de l'engrais.



Un ruissellement du fumier non contrôlé peut contaminer l'eau de surface avec des éléments nutritifs, des bactéries et des déchets organiques.

La teneur du fumier en éléments nutritifs dépend de nombreux facteurs :

- en général, une meilleure conversion des aliments permet de diminuer l'excrétion d'azote et de minéraux dans le fumier
- les additifs alimentaires qui favorisent la croissance peuvent également diminuer l'excrétion d'azote et de phosphore
- l'entreposage du fumier et le volume d'eau recueilli peuvent modifier la concentration d'éléments nutritifs dans le fumier.

## FUMIER

Le fumier fournit les mêmes éléments nutritifs pour la production végétale que les engrais commerciaux. L'un des principaux défis du fumier, cependant, est qu'on ne peut pas modifier la proportion d'éléments nutritifs afin qu'elle réponde aux besoins des cultures. Il faut utiliser le fumier tel quel. Certaines formes de fumier, comme le fumier de volaille solide, sont assez concentrées comparativement au lisier des bovins laitiers, qui est dilué.

### POSSIBILITÉS

- contient de nombreux éléments nutritifs requis
- fournit des éléments nutritifs plusieurs années après l'épandage
- fournit de la matière organique au sol, ce qui améliore son état
- peut être disponible dans l'exploitation

### DÉFIS

- la teneur d'éléments nutritifs est variable et assez faible
- la proportion d'éléments nutritifs ne correspond pas toujours aux besoins de la culture
- les odeurs
- une mauvaise gestion peut entraîner la contamination de l'eau
- l'épandage inopportun peut causer le compactage du sol

L'**azote** du fumier se trouve sous forme d'ammonium et sous forme organique. La proportion de chacune dépend du type de fumier et de la quantité et du type de litière ajoutée.

L'azote d'ammonium peut être néfaste pour les poissons en cas de ruissellement du fumier dans l'eau de surface.

L'azote organique du fumier est tôt ou tard transformé en ammonium par action microbienne, puis en **nitrate** ( $\text{NO}_3$ ). Finalement, la majeure partie de cet azote peut être absorbée par les plantes sous forme d'ammonium ou de nitrate.

Le **phosphore** se trouve sous forme organique et inorganique dans la partie solide du fumier. La disponibilité du phosphore du fumier pour les cultures est très différente de celle du phosphore de l'engrais, surtout en raison du placement. (L'engrais phosphate être placé plus près des racines de la culture sur pied.) L'année de l'épandage, 40 p. 100 seulement du phosphore du fumier est disponible comparativement à celui de l'engrais. Autrement dit, 100 livres de  $\text{P}_2\text{O}_5$  provenant du fumier équivalent à 40 livres de  $\text{P}_2\text{O}_5$  provenant de l'engrais.

Lorsqu'on examine les changements à long terme quant au phosphore disponible dans le sol (concentration de phosphore dans le sol), le phosphore du fumier n'est pas tellement différent de celui de l'engrais. Des recherches effectuées hors de l'Ontario ont montré que, en ce qui concerne l'augmentation de la concentration de phosphore dans le sol, l'efficacité du phosphore du fumier équivaut à au moins 80 p. 100 de celle du phosphore de l'engrais.



Un ruissellement du fumier non contrôlé peut contaminer l'eau de surface avec des éléments nutritifs, des bactéries et des déchets organiques.

La teneur du fumier en éléments nutritifs dépend de nombreux facteurs :

- en général, une meilleure conversion des aliments permet de diminuer l'excrétion d'azote et de minéraux dans le fumier
- les additifs alimentaires qui favorisent la croissance peuvent également diminuer l'excrétion d'azote et de phosphore
- l'entreposage du fumier et le volume d'eau recueilli peuvent modifier la concentration d'éléments nutritifs dans le fumier.

## PRINCIPES

Il est difficile de prévoir l'ampleur de l'augmentation de la concentration dans le sol par unité de phosphore ajoutée au sol. Une étude à long terme de l'Ontario portant sur trois sols différents au cours d'une période de dix ans laisse entendre qu'il faut 37 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> pour augmenter la concentration de phosphate de bicarbonate de sodium de 1 mg/l. D'autres études affirment que ce chiffre dépend du type de sol et de la concentration dans le sol. Par conséquent, il faut continuer à effectuer des analyses du sol au moins une fois tous les trois ans afin de s'assurer que les concentrations dans le sol restent dans les limites visées.

Le fumier contient d'importantes quantités de **potassium** et d'**oligo-éléments** qui peuvent être une excellente source pour la production végétale. Ces éléments nutritifs ne semblent pas causer de problèmes environnementaux, mais dans certains cas, l'épandage excessif de potassium dans le fourrage peut entraîner des problèmes en matière d'éléments nutritifs chez les bovins et les ovins.

### BIOSOLIDES

Les biosolides fournissent plusieurs des mêmes éléments nutritifs pour la production végétale que le fumier ou les engrais aux minéraux. Il faut suivre les directives provinciales quant à l'épandage des biosolides.

Les boues ne fournissent presque pas de potassium au sol et leur traitement rend le phosphore moins disponible pour les cultures.

Pour obtenir d'autres renseignements, consultez le document *Guidelines for the Utilization of Biosolids and Other Wastes on Agricultural Lands* (MEO et MAAARO, 1996).

### ENTRÉPOSAGE ET MANUTENTION DU FUMIER

Il existe plusieurs bonnes raisons d'entreposer et de manipuler adéquatement le fumier et les autres déchets organiques :

- rentabilité : le fumier améliore le sol et fournit des éléments nutritifs aux cultures
- risques pour la santé des troupeaux et des bandes : de nombreuses maladies et de nombreux parasites sont transmis par contact avec les déchets
- risques pour la santé humaine : certaines maladies et certains parasites sont transmis par les déchets d'élevage; en outre, le fumier mal entreposé et mal manipulé peut contaminer l'approvisionnement d'eau potable
- protection de l'approvisionnement d'eau et de l'habitat du poisson
- efficacité : le fumier et les liquides contaminés bien entreposés sont plus faciles à manipuler.



Avant d'épandre des biosolides, il faut obtenir un certificat d'approbation du ministère de l'Environnement de l'Ontario.

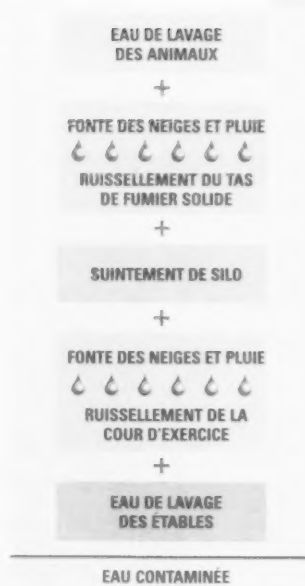
**Il est important d'utiliser tous les liquides de façon raisonnée.**

Le lisier qui se trouve autour des étables présente l'un des plus grands risques de pollution.

Les liquides contaminés autres que l'urine comprennent :

- l'eau de lavage des étables
- le ruissellement de la cour d'exercice
- le suintement des silos
- le ruissellement du fumier solide
- l'eau de lavage du centre de traite
- les déchets d'abreuvement du bétail.

**Un plan efficace de gestion des éléments nutritifs doit comprendre une aire d'entreposage bien conçue et bien gérée.**



**L'aire d'entreposage doit être de taille adéquate.** Les systèmes d'entreposage du fumier doivent être assez grands pour entreposer le fumier, la litière, les déchets alimentaires et tous les liquides contaminés.

Elle doit pouvoir contenir le lisier accumulé pendant plus de 240 jours afin de garantir la protection de l'environnement et de donner une certaine souplesse pour répondre aux besoins de la gestion. Cependant, une capacité d'accumulation de 200 jours est acceptable si elle est appuyée par un plan de gestion des éléments nutritifs adéquat.

**Pensez à vos voisins.** Les pratiques de gestion optimales pour l'entreposage et la manutention du fumier peuvent éviter que les odeurs et la présence de mouches deviennent une source d'irritation et de soucis excessifs pour vos voisins.



**Les aires d'entreposage à séparation solide-liquide peuvent accueillir du fumier solide et des liquides contaminés.**

## PRINCIPES



Le rendement des cultures et le sort des éléments nutritifs épanchés sont entre vos mains.

“À mon avis, un lit de semence sain dépend du niveau de matière organique. Un sol brun foncé offre de meilleures conditions de croissance aux cultures.”

**Denis Perreault**  
Président, Association pour  
l'amélioration des sols et  
des récoltes de l'Ontario



### QUALITÉ DU SOL

Le sol est la base de la production végétale. Pour qu'il reste en bon état, il faut bien le gérer. Pour cela, il faut tenir compte des propriétés physiques, biologiques et chimiques.

Un sol en bon état favorise la production végétale car :

- il est facile de créer des lits de semence
- il n'y a pas d'obstacle à la levée
- les cultures souffrent moins du manque d'humidité en cas de sécheresse
- l'érosion est moins importante
- l'eau s'infiltre plus facilement dans le sol
- les éléments nutritifs sont mieux utilisés.

Les pratiques de gestion optimales des éléments nutritifs portent sur les propriétés chimiques du sol telles que le taux d'éléments nutritifs et le pH.

Les pratiques de gestion optimales du sol traitent des propriétés physiques et biologiques du sol.

Les **propriétés physiques du sol** que vous pouvez changer sont la structure, la porosité, le drainage et la teneur de matières organiques.

Les **propriétés biologiques** comprennent les populations de microbes et de vers de terre et le rapport carbone-azote.

Les propriétés physiques et biologiques peuvent rester acceptables si le taux de matières organiques reste élevé et si les dommages structurels attribuables aux pratiques de travail du sol sont minimaux.



Prenez soin de votre sol et vous en serez récompensé!

# PRATIQUES DE GESTION OPTIMALES

## CARACTÉRISTIQUES DE L'ENDROIT ET SORT DES ÉLÉMENTS NUTRITIFS ÉPANDUS

Avant d'utiliser des éléments nutritifs, examinez de plus près votre exploitation et la manière dont les éléments nutritifs sont répartis sur les terres. De nombreuses caractéristiques du sol et du paysage influent sur la disponibilité et la vitesse de perte des éléments nutritifs épandus.

Si vous connaissez les caractéristiques de l'endroit, comme le type de sol et la manière dont il se draine, la couverture des cultures, la pente et la proximité des endroits fragiles, vous pourrez raffiner vos pratiques de gestion afin de diminuer la contamination environnementale attribuable aux éléments nutritifs dans l'exploitation.

### ÉTAT DU SOL

Votre sol est-il en bon état? Vérifiez-le en vous posant les questions suivantes :

- Le sol reste-t-il froid et couvert d'eau au printemps?
- Une croûte se forme-t-elle à la surface?
- Y a-t-il souvent un ruissellement et une érosion après les fortes averses?
- Le sol porte-t-il habituellement des marques de stress hygrométrique?
- Le sol a-t-il besoin d'ajouts réguliers de matière organique fournie par le fumier, les biosolides, les résidus de culture et le fourrage?

Si vous avez répondu par l'affirmative à l'une des questions ci-dessus, vous devriez songer à adopter des pratiques de gestion optimales pour votre exploitation.

Ces pratiques vous permettront :

- de rendre l'absorption des éléments nutritifs plus efficace
- d'augmenter le rendement et de maintenir la production à long terme
- de diminuer le ruissellement d'éléments nutritifs agricoles.



L'encroûtement peut empêcher la levée des cultures. Dans les cas extrêmes, il faut replanter.



Les sols en bon état supportent mieux les périodes de sécheresse que les sols en mauvais état.



La perte d'azote dans l'atmosphère par la dénitrification est plus importante dans les sols chauds et humides. Dans les sols chauds et secs, les pertes attribuables à la volatilisation de l'ammoniac sont les plus importantes.



Les phosphates liés aux particules de sol des terres labourables érodables peuvent polluer l'eau de surface avoisinante.

Pour plus de renseignements, consultez les ouvrages connexes de la série *Pratiques de gestion optimales*, en particulier : *Gestion du sol, Grandes cultures, Semis direct et Cultures horticoles*.

## PRATIQUES DE GESTION OPTIMALES

Les sols bien gérés sont un élément essentiel de la planification de la gestion efficace des éléments nutritifs. Les pratiques de gestion optimales sont surtout préventives et visent à maintenir le sol dans un état idéal.

En plus d'adopter des pratiques de gestion optimales relatives à l'eau de surface et à l'eau souterraine, on peut garder le sol en bon état grâce aux mesures suivantes.



Cultures couvre-sol



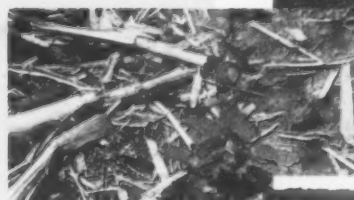
Rotation des cultures



Engrais vert



Ajout de fumier et d'autres matières organiques



Systèmes de travail réduit du sol



Travail du sol opportun

Avec le travail conventionnel du sol, il faut de nombreuses années d'épandage avant d'accumuler de la matière organique. Avec les pratiques culturales de conservation du sol, le taux de matière organique peut augmenter beaucoup plus vite.

### Cultures couvre-sol

- aident à maintenir la structure du sol
- ajoutent de la matière organique
- retiennent l'excès d'éléments nutritifs
- limitent le nombre d'ennemis des cultures (mauvaises herbes, insectes et maladies)

### Rotation des cultures

- couverture plus longue du sol
- améliore la structure
- ajoute de la matière organique
- augmente le rendement de 5 à 15 p. 100
- fournit des éléments nutritifs
- interrompt les cycles des ennemis des cultures

### Engrais vert

- couvre le sol
- ajoute de la matière organique
- absorbe l'excès d'éléments nutritifs

### Ajout de fumier et d'autres matières organiques

- fournit de la matière organique supplémentaire
- fournit des éléments nutritifs supplémentaires

### Systèmes de travail réduit du sol

- diminuent l'érosion hydrique et éolienne du sol
- diminuent l'érosion causée par le travail du sol
- améliorent la structure du sol (éventuellement, grâce à une bonne gestion)
- permettent à la population de vers de terre d'augmenter

### Travail du sol opportun

- diminue l'épuisement de matière organique
- diminue le compactage du sol
- diminue l'encroûtement.

# PRATIQUES DE GESTION OPTIMALES

## QUELLE EST LA SITUATION?

Outre l'effet des caractéristiques de l'endroit sur les éléments nutritifs, il faut connaître la qualité du sol et du fumier et songer aux biosolides que vous voulez utiliser.

La planification de la gestion des éléments nutritifs consiste essentiellement à faire évaluer le taux d'éléments nutritifs et à respecter les taux et les techniques recommandés pour l'épandage.

## FAITES ANALYSER LE SOL

L'analyse du sol vous fournira les renseignements dont vous avez besoin. L'analyse du sol permet d'obtenir la dose d'éléments nutritifs adéquate. Elle indique la probabilité de la réaction des cultures aux éléments nutritifs épandus. En outre, elle aide à minimiser les risques pour l'environnement en diminuant ou en évitant les épandages s'il y a peu de chances que les cultures réagissent.

Il faut effectuer une analyse du sol au moins tous les trois ans afin de vérifier le pH du sol et les taux de phosphore, de potassium et de magnésium, ainsi que les taux d'oligo-éléments dans certaines terres labourables. L'analyse doit être faite au même moment de la rotation et de l'année pour assurer une certaine uniformité.

Toutes les analyses du sol effectuées dans le cadre d'un plan doivent être faites par des laboratoires accrédités en Ontario, selon des méthodes accréditées en Ontario, p. ex. pour le phosphore (P) extractible du bicarbonate de sodium et le potassium (K) extractible de l'acétate d'ammonium, qui sont tous deux exprimés en mg/litre de sol.



Toutes les analyses du sol effectuées dans le cadre d'un plan de gestion des éléments nutritifs doivent être faites par des laboratoires accrédités en Ontario.

Le programme d'analyse des sol accrédité par le MAAARO fait des recommandations, basées sur les recherches effectuées en Ontario, relatives aux engrais azotés, phosphatés, potassiques et magnésiques, et au manganèse et au zinc si nécessaire, ainsi que des recommandations sur la quantité et le type de chaux à utiliser.

Un épandage correspondant aux besoins des cultures :

- augmente la croissance et la résistance à la verse des cultures
- augmente la tolérance des cultures aux insectes et aux maladies
- améliore la maturité et la qualité des cultures
- augmente le rendement
- aide à contrôler les coûts des facteurs de production
- protège l'environnement.

Les analyses sont assez bon marché et sont très rentables.

PPM = mg/litre

PPM (parties par million) signifie généralement milligrammes par kilogramme. Dans les analyses du sol effectuées en Ontario, on mesure le volume du sol, donc les résultats sont exprimés en milligrammes par litre (mg/l) de sol, ainsi qu'en parties par million.

## PRATIQUES DE GESTION OPTIMALES

**Si vous suivez la marche à suivre recommandée pour l'échantillonnage, les résultats refléteront les conditions réelles au champ.**

**Conservez des dossiers et servez-vous en pour juger si les concentrations dans le sol augmentent, diminuent ou restent les mêmes.**

**Échantillonnez soigneusement.** Chaque champ doit être échantillonné séparément. Si le sol est variable, chaque zone doit être échantillonnée séparément. Les systèmes de positionnement global peuvent vous aider dans cette tâche.

Les analyses doivent porter sur des zones de 25 acres (10 hectares) au maximum, en prélevant au moins une carotte par acre au hasard dans le champ. Échantillonnez en zigzag afin de couvrir la zone échantillonnée de manière égale. Les carottes doivent être prélevées à une profondeur de six pouces.

### Pour l'analyse du sol



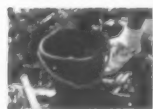
1. Échantillonnez chaque champ séparément.



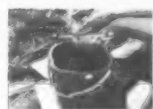
2. Échantillonnez en zigzag.



3. Prélevez la carotte à une profondeur de six pouces. Une profondeur uniforme est essentielle!



4. Utilisez des seaux en plastique propre et brisez les mottes.



5. Placez les échantillons dans un sac réservé à cette fin.

Consultez la publication 296 du MAARD pour obtenir plus de détails.

Vous devez conserver un dossier permanent comprenant les résultats des analyses et les recommandations pendant au moins six ans (ou trois séries d'échantillons). Les dossiers donnent des renseignements sur l'utilisation adéquate des éléments nutritifs dans une exploitation agricole. Ils servent également à expliquer les résultats de la production et à vérifier les résultats des analyses du sol.

Si une analyse du sol est nécessaire avant l'octroi d'un permis de construction d'une nouvelle exploitation d'élevage intensif, elle doit être effectuée sur toute la zone où l'on prévoit l'épandage du fumier. S'il est impossible de prélever un échantillon de sol (p. ex. s'il y a beaucoup de neige) avant de demander un permis de construction, on doit supposer que l'analyse du sol est superflue du point de vue agronomique, selon la définition de la publication 296, p. ex. si la concentration de P dans le sol est de 61 mg/l. L'analyse sert à préciser la possibilité d'épandage d'éléments nutritifs. Le plan de gestion des éléments nutritifs peut être mis à jour lorsque l'analyse du sol est terminée.

## PRATIQUES DE GESTION OPTIMALES

### FAITES ANALYSER LE FUMIER

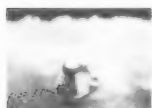
Une analyse du fumier est nécessaire parce que la quantité d'éléments nutritifs et le rapport d'azote, de phosphore et de potassium du fumier varie énormément d'une exploitation à l'autre, selon le régime alimentaire des animaux et la quantité de litière et de liquide ajoutée au fumier. Les résultats de l'analyse indiqueront la quantité d'éléments nutritifs présents dans le fumier de votre exploitation.

Vous devez prélever un échantillon chaque fois que l'aire d'entreposage est vidée. L'analyse de l'échantillon de fumier doit donner la quantité totale d'azote, d'azote d'ammonium ( $\text{NH}_4\text{-N}$ ), de phosphore, de potassium et de matière sèche.

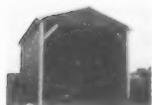
#### Pour le lisier



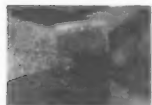
1. Dans un seau en plastique, recueillez des sous-échantillons au hasard à diverses profondeurs de l'aire d'entreposage, après l'agitation, au moment où l'aire est vidée. Vous pouvez recueillir les échantillons directement de l'épandeur.



2. Mélangez les 10 à 20 sous-échantillons uniformément et versez-les dans un bocal en plastique. Le bocal doit être à moitié plein (pour éviter l'accumulation de gaz et une explosion possible); il doit être fermé hermétiquement et placé dans un sac de plastique bien fermé par une attache.



3. Rangez l'échantillon dans un endroit frais jusqu'au moment de l'envoyer au laboratoire.



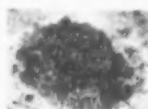
4. Envoyez l'échantillon au laboratoire de manière à ce qu'il arrive en semaine. Les compagnies de messagerie n'aiment pas entreposer des échantillons de fumier pendant la fin de semaine.



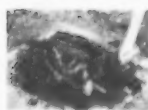
L'analyse du fumier vous permet de savoir quelle quantité de fumier utiliser.

## PRATIQUES DE GESTION OPTIMALES

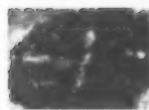
**Pour le fumier solide**, il est plus difficile d'obtenir un échantillon représentatif par prélèvement au hasard.



1. Placez, sur du béton ou du contreplaqué, des sous-échantillons (quantité prise avec une fourche) de fumier prélevés dans divers chargements provenant du tas de fumier ou dans diverses parties du tas.



2. Défaitez le fumier avec une pelle ou une fourche et mélangez les sous-échantillons aussi uniformément que possible.



3. Divisez le fumier en quatre parties et jetez trois des quatre parties. Continuez à mélanger et à diviser le fumier jusqu'à ce que vous puissiez en mettre environ un demi-litre (½ pinte) dans un bocal ou un contenant d'expédition en plastique.



4. Placez l'échantillon hermétiquement fermé dans un sac de plastique et rangez-le dans un endroit frais jusqu'au moment de l'envoyer.

Après plusieurs analyses, la teneur du fumier en éléments nutritifs devrait commencer à être évidente et vous aurez à faire analyser le fumier seulement en cas de changements majeurs dans l'alimentation ou la litière du bétail.

Si vous ne disposez pas de résultats d'analyse, comme dans le cas d'une nouvelle étable, une estimation des teneurs est disponible dans les publications du MAAARO.

Il est possible de faire analyser la conductivité électrique du lisier sur place pour connaître sa teneur en azote. Ce type d'analyse doit être évalué selon des normes ou des résultats d'analyse en laboratoire.

**Relevez les éléments nutritifs du fumier et leur teneur.** La plupart des éléments nutritifs absorbés par les plantes retournent dans le sol par le biais des résidus de culture. Dans le fumier de bétail, on trouve la plupart des éléments nutritifs des aliments. Ces matières et d'autres matières organiques, comme les boues d'épuration et les biosolides, constituent d'importantes réserves d'éléments nutritifs.

Les éléments nutritifs sous forme organique demeurent dans le sol et sont peu à peu relargués sous forme disponible à mesure que les matières organiques se décomposent. Certains éléments nutritifs des matières organiques sont immédiatement disponibles; le reste le devient plus tard. Par exemple, le fumier peut dégager des éléments nutritifs pendant plusieurs années.

# PRATIQUES DE GESTION OPTIMALES

## QUELLES MESURES FAUT-IL PRENDRE?

En plus de connaître la situation, il faut connaître les mesures à prendre. Les indicateurs suivants vous y aideront :

- résultats des analyses du sol et du fumier
- besoins des cultures
- proportion d'éléments nutritifs à ajouter, à l'aide de fumier, de légumineuses, d'engrais commerciaux et d'autres sources
- variabilité du sol des champs
- dangers pour l'environnement (lessivage d'azote ou ruissellement de phosphore).

L'interprétation des résultats des analyses a deux objectifs :

**Pour les sols à faible concentration d'éléments nutritifs :** s'assurer que les taux d'éléments nutritifs permettent d'optimiser la production et les profits.

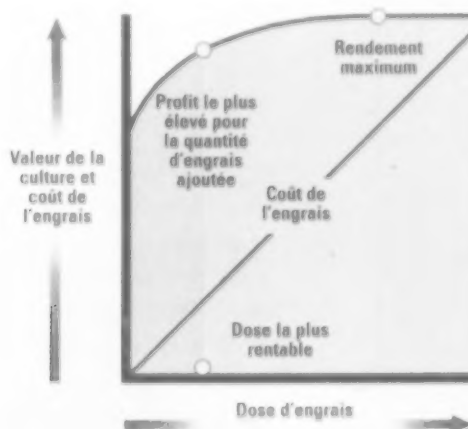
**Pour les sols à fortes concentrations d'éléments nutritifs :** planifier l'épandage d'éléments nutritifs de manière à protéger la qualité de l'eau.

On recommande d'utiliser seulement la quantité qui permet d'optimiser les profits pour l'année en cours tout en tenant compte des dangers pour l'environnement. En utilisant cette dose, le taux d'éléments nutritifs augmentera peu à peu ou demeurera inchangé car les cultures peuvent ne pas utiliser tous les éléments nutritifs épandus pendant l'année.

Le rendement des cultures montre un revenu marginal moins élevé à mesure que la fertilité du sol augmente.



En Ontario, les recommandations sont basées sur les résultats des essais au champ effectués pour chaque culture afin d'établir la dose maximum pour chaque degré de fertilité du sol.



À mesure que le taux de fertilité augmente, la réaction des cultures à l'ajout d'éléments nutritifs diminue.

## PRATIQUES DE GESTION OPTIMALES

La teneur de la matière organique en éléments nutritifs est habituellement exprimée en pourcentage par poids (pourcentage d'azote, de phosphore, de potassium, etc.).

Le phosphore et le potassium doivent être convertis en  $P_2O_5$  et  $K_2O$  respectivement.

La teneur d'azote d'ammonium et d'oligo-éléments est habituellement exprimée en :

- milligrammes par kilogramme (mg/kg) ou
- milligrammes par litre (mg/l)

Pour convertir

- les mg/kg en livres/tonne, divisez les mg/kg par 500
- les mg/l en livres/1 000 gal. imp., divisez les mg/l par 100.

On obtient l'azote organique en soustrayant l'azote d'ammonium de l'azote total.

Ammonium =  $NH_4$

$N_{org.} = N_{total} - NH_4$

$N_{org.} \text{ (disponible)}$

=  $N_{org.} \times \text{facteurs disponibles}$   
donnés ci-dessous

$NH_4 \text{ (disponible)} =$

$NH_4 \times (100 \times \% \text{ d'ammonium perdu})$

$N_{total} \text{ (disponible)} =$

$NH_4 \text{ (disponible)} + N_{org.} \text{ (disponible)}$

### INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS DE L'ANALYSE DU SOL

La plupart des résultats d'analyse donnent les renseignements suivants :

- la valeur numérique de l'analyse du sol pour chaque élément nutritif vérifié; il s'agit d'un répertoire des éléments nutritifs disponibles pour les plantes, exprimés en mg/l, qui sert de base aux recommandations concernant les éléments nutritifs
- la concentration (p. ex. élevée, faible) d'un élément nutritif dans le sol; il s'agit du degré d'abondance ou de carence d'un élément nutritif, qui dépend de la culture
- la quantité suggérée d'élément nutritif à épandre; cette dose est exprimée sous forme d'éléments nutritifs réels et doit être traduit sous forme de recommandation quant à la quantité et au type d'engrais ou de fumier à épandre.

### INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS DE L'ANALYSE DU FUMIER

Les résultats de l'analyse du fumier donnent le taux d'élément nutritif à l'aide des mêmes valeurs numériques que pour l'analyse du sol, mais n'indiquent pas la dose d'application recommandée. Ces résultats doivent servir à déterminer la dose totale d'éléments nutritifs.

Plusieurs outils commerciaux de planification de la gestion des éléments nutritifs allient les résultats de l'analyse du sol à ceux de l'analyse du fumier afin de calculer la dose de fumier et d'autres éléments nutritifs.

Il faut tenir compte des principes suivants dans l'interprétation des résultats de l'analyse du fumier :

- seule une partie de l'azote organique peut être absorbée par les cultures l'année de l'épandage
  - 20 p. 100 pour le lisier/les biosolides
  - 10 p. 100 pour le fumier solide/les biosolides (moins de 50 p. 100 de matière sèche)
  - 5 p. 100 pour le fumier solide/les biosolides (plus de 50 p. 100 de matière sèche)
  - 30 p. 100 pour tout le fumier de volaille
- l'ammonium disponible équivaut à l'azote d'ammonium moins l'ammonium perdu
- l'azote total disponible pouvant être absorbé par les cultures consiste en la somme de l'ammonium disponible et de l'azote organique disponible
- l'azote s'accumule dans le sol avec l'épandage répété de fumier
  - l'azote résiduel provient de la fraction organique du fumier; il faut donc s'attendre à ce qu'il y en ait plus dans le fumier solide
- l'année de l'épandage, 40 p. 100 du P.O. du fumier est disponible à titre d'engrais; au moins 80 p. 100 sera disponible à long terme et s'ajoute à la réserve de phosphore disponible dans le sol
- environ 90 p. 100 du potassium est disponible l'année de l'épandage.

## PRATIQUES DE GESTION OPTIMALES

La capacité d'incorporation du système d'épandage a une grande incidence sur les pertes d'azote. Le fumier incorporé immédiatement au sol perd très peu d'ammonium. Si le temps est ensoleillé et chaud, les pertes seront les plus élevées, tandis que les conditions fraîches et ennuagées causeront les plus faibles pertes.

La perte d'ammonium est basée sur le tableau suivant.

### PERTE D'AMMONIUM ESTIMÉE (POURCENTAGE)\*\*

| NOMBRE DE JOURS APRÈS L'ÉPANDAGE                          | MOYENNE* | FRAIS, HUMIDE<br>(MOINS DE 10 °C) | FRAIS, SEC<br>(MOINS DE 10 °C) | CHAUD, HUMIDE<br>(PLUS DE 15 °C) | CHAUD, SEC<br>(PLUS DE 15 °C) |
|-----------------------------------------------------------|----------|-----------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|-------------------------------|
| Injecté pendant la saison                                 | 0        | 0                                 | 0                              | 0                                | 0                             |
| Incorporé dans les 24 heures                              | 25       | 10                                | 15                             | 25                               | 50                            |
| Incorporé dans les 2 jours                                | 30       | 13                                | 19                             | 31                               | 57                            |
| Incorporé dans les 3 jours                                | 35       | 15                                | 22                             | 38                               | 65                            |
| Incorporé dans les 4 jours                                | 40       | 17                                | 26                             | 44                               | 73                            |
| Incorporé dans les 5 jours                                | 45       | 20                                | 30                             | 50                               | 80                            |
| <b>NON INCORPORÉ</b>                                      |          |                                   |                                |                                  |                               |
| Printemps/ été/ début de l'automne                        |          |                                   |                                |                                  |                               |
| • sol nu                                                  | 66       | 40                                | 50                             | 75                               | 90                            |
| • résidus de culture                                      | 50       | 30                                | 35                             | 60                               | 70                            |
| • culture sur pied                                        | 30       | 20                                | 25                             | 40                               | 50                            |
| Fin de l'automne<br>(temp. de l'air de moins de 10 °C)*** | 25       | 25                                | 25                             | N/D                              | N/D                           |

Il faut ajouter 10 p. 100 à la perte d'ammonium pour les systèmes d'irrigation avec fumier.

\*Basé sur les conditions météorologiques moyennes pour estimer la perte d'azote lorsque vous élaboriez de futurs plans de gestion des éléments nutritifs (C. Brown, K. Reid, E. Beauchamp, D. Hilborn, [1998]).

\*\*L'épandage sur le fourrage, les plantes couvre-sol et les résidus augmente la perte d'ammonium.

\*\*\*Il y aura également une perte d'azote attribuable à d'autres causes comme le ruissellement, la dénitrification et le lessivage. En général, on s'attend à ce que la moitié de l'azote total soit disponible le printemps suivant.